



Departamento de Ingeniería Eléctrica
I.T.I: Electrónica

PROYECTO FIN DE CARRERA

Catálogo Genérico de MAE's

Autor: Valentín Castellanos García
Tutor Universidad: Santiago Arnalte
Tutor ISS: Andrés Espinosa

Leganés, 11 Junio 2015

Agradecimientos

Quiero agradecerle a mi tutor Santiago Arnalte por haber estado pendiente de mí y tutelarme.

A mi tutor en ISS Facility Services S.A Andrés Espinosa por facilitarme la documentación necesaria para la elaboración del proyecto y por haberme transmitido una ínfima parte de su sabiduría.

A mi familia, en especial a mis padres Juan Carlos y María Jesús que sin ellos la existencia no tiene sentido.

A mis amigos, por ser los mejores del mundo, en especial a todos los que me han aguantado durante mi realización. Gracias a Olaf por estar ahí siempre. Muchas gracias a mis amigos “Monesf”. Gracias a los Amisanos. Gracias a la Lideresa. Muchas gracias a todos por existir.

A “JK”, mi ídolo.

Resumen del Proyecto

En este Proyecto final de carrera, elaborado en colaboración con la empresa ISS Facility Services S.A, se realiza el estudio empírico y la cuantificación real de una serie de Medidas de Ahorro Energético que dicha empresa ha realizado. Estas medidas de ahorro basadas en experiencias reales se recogen dentro de un catálogo para el uso posterior de posibles proyectos futuros.

El objetivo final de este proyecto es mostrar los costes y beneficios de la implantación de un plan de ahorro y eficiencia energética en distintos espacios de trabajo y definir una serie de medidas para reducir sus consumos energéticos y emisiones de CO2.

Al mismo tiempo el proyecto se complementa con una aplicación informática, elaborada con la herramienta ofimática Microsoft Excel, que facilita el inventariado de los consumos energéticos y de emisiones de CO2 en distintos espacios de trabajo como pueden ser Universidades, oficinas..... Esta aplicación informática podrá ser usada como apoyo al plan de mejora de la gestión energética del centro de trabajo.

Abstract

The implementation of this generic catalogue has as objective the empirical study and quantification of a number of energy saving measures made by the company: ISS Facility Services S.A. This saving measures based on real experiences are collected within a catalog which later will be used in a study about possible future projects

The aim of project is to show the cost and benefits of the development from saving measures installed in an energy efficiency plan. Secondly, define a series of measures to reduce their energy consumption and CO2 emissions.

Simultaneously, the project is complemented by a computer application developed with the Microsoft Excel tool. It provides an inventory of energy consumption and CO2 emissions in different workspaces.

This software application can be used to support the plan to improve energy management in the workplace.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	5
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS.....	8
INDICE DE GRAFICAS.....	9
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. MOTIVACIONES.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
1.3. FASES DEL PROYECTO. ESTRUCTURA.....	2
2. MAE´s.....	3
2.1. MAE'S ELECTRICIDAD.....	3
2.1.1 TECNOLOGÍA LED. BUSINESS CASE 1.1, 1.2, 1.3, 1.4.....	4
2.1.2. DETECTORES DE PRESENCIA. BUSINESS CASE 1.5.....	18
2.1.3. SENSORES CREPUSCULARES. BUSINESS CASE 1.6.....	22
2.1.4. VARIADOR DE FRECUENCIA. BUSINESS CASE 1.7.....	25
2.1.5. SISTEMAS INVERTER. BUSINESS CASE 1.8, 1.9.....	32
2.1.6. COMPENSACION REACTIVA. BUSINESS CASE 1.10.....	39
2.1.7. MONITORIZACION BASICA. BUSINESS CASE 1.11.....	44
2.2. MAE'S GAS.....	48
2.2.1. BUSINESS CASE 2.1. CALDERA GAS NATURAL.....	48
2.2.2. BUSINESS CASE 2.2. CALDERA DE CONDENSACION....	50
2.2.3. BUSINESS CASE 2.3 PLACAS SOLARES ACS.....	54
2.3. MAE'S AGUA.....	57
2.3.1. BUSINESS CASE 3.1. CISTERNAS DUALES.....	60
2.3.2. BUSINESS CASE 3.2. PERLIZADORES.....	63
2.3.3. BUSINESS CASE 3.3. GRIFERÍA ELECTRONICA.....	67
2.4. MAE'S MIXTAS.....	68
2.4.1. BUSINESS CASE 4.1. REMODELACION OFICINA..	
BANCARIA.....	68

2.4.2. BUSINESS CASE 4.2. REMODELACION CAMPUS	
GETAFE.....	70
3. MAE'S ZERO.....	71
3.1. XEROJARDINERÍA.....	71
3.2. LIMPIEZA DE FILTROS.....	74
3.3. REGULACION QUEMADOR.....	76
4. PRESUPUESTO.....	77
5. CONCLUSIONES.....	78
6. BIBLIOGRAFIA.....	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.0. Flujos luminosos.....	5
Tabla 2.1. Datos Business Case ISS Cobalto.....	10
Tabla 2.2. Datos Business Case CC Parque las Medianas Vapor de mercurio.....	12
Tabla 2.3. Datos Business Case CC Parque las Medianas Haluros metálicos.....	14
Tabla 2.4 Datos Business Case fabricante halógenas.....	16
Tabla 2.5 Datos Business Case CC Parque Sur.....	20
Tabla 2.6 Datos Business Case ISS Crepuscular.....	22
Tabla 2.7 Datos Business Case MACBA.....	30
Tabla 2.8 Datos Business Case Inverter HP.....	34
Tabla 2.9 Datos Business Case Inverter Bankia.....	37
Tabla 2.10 Datos Business Case Baterías Condensadores.....	43
Tabla 2.11 Datos Business Case Monitorización.....	46
Tabla 2.12 Rendimientos Calderas.....	51
Tabla 2.13 Datos Business Case Caldera Condensación.....	51
Tabla 2.14 Datos Business Case ACS.....	55
Tabla 2.15 Datos Business Case Cisternas Duales.....	61
Tabla 2.16 Datos Business Case Perlizadores.....	64
Tabla 2.17 Datos Business Case Grifería Técnica.....	66
Tabla 2.18 Datos Business Case Oficina Bancaria Mixta.....	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Situación Energética en España.....	3
Figura 2.2	Esquema Variador de frecuencia.....	25
Figura 2.3	Bloque Rectificador- Inversor.....	26
Figura 2.4	Curvas de operación en cargas de par variable.....	28
Figura 2.5	Sistema Inverter, Sistema no Inverter.....	34
Figura 2.6	Triángulo de Potencias.....	39
Figura 2.7	Conexión Condensador trifásico.....	42
Figura 2.8	Caldera de condensación.....	50
Figura 2.9	Colectores Solares ACS.....	54
Figura 2.10	Cisterna Dual.....	60
Figura 2.11	Esquema funcionamiento Perlizador.....	63
Figura 2.12	Tipos de Perlizador.....	65
Figura 2.13	Grifo Técnico.....	66

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 2.1	Ahorro Energético ISS Cobalto.....	10
--------------------	------------------------------------	----

Gráfica 2.2	Ahorro de Co2 en ISS Cobalto.....	11
Gráfica 2.3	Evolución Económica ISS Cobalto.....	11
Gráfica 2.4	Ahorro Energético en CC Parque las Medianas VM.....	12
Gráfica 2.5	Ahorro de Co2 en CC Parque las Medianas VM.....	13
Gráfica 2.6	Evolución económica CC Parque las Medianas VM.....	13
Gráfica 2.7	Ahorro Energético en CC Parque las Medianas HM.....	14
Gráfica 2.8	Ahorro de Co2 en CC Parque las Medianas HM.....	15
Gráfica 2.9	Evolución económica MAE Electricidad 1.3.....	15
Gráfica 2.10	Ahorro Energético según Fabricante luminarias halógenas.....	16
Gráfica 2.11	Ahorro de Co2 según Fabricante luminarias halógenas.....	16
Gráfica 2.12	Evolución económica MAE Electricidad 1.4.....	16
Gráfica 2.13	Ahorro Energético en CC Parque Sur.....	19
Gráfica 2.14	Ahorro de Co2 en CC Parque Sur.....	20
Gráfica 2.15	Evolución económica MAE Electricidad 1.5.....	21
Gráfica 2.16	Ahorro Energético en ISS Crepuscular.....	23
Gráfica 2.17	Ahorro de Co2 en ISS Crepuscular.....	24
Gráfica 2.18	Evolución económica MAE Electricidad 1.6.....	24
Gráfica 2.19	Ahorro Energético MACBA.....	30
Gráfica 2.20	Ahorro de Co2 en MACBA.....	31
Gráfica 2.21	Evolución económica MACBA.....	31
Gráfica 2.22	Ahorro Energético Sistema Inverter HP.....	35
Gráfica 2.23	Ahorro en Co2 en HP Inverter.....	36
Gráfica 2.24	Evolución Económica HP Inverter.....	36

Gráfica 2.25	Ahorro Energético Inverter Bankia.....	37
Gráfica 2.26	Ahorro en Co2 en HP Inverter.....	38
Gráfica 2.27	Evolución Económica Inverter Bankia.....	38
Gráfica 2.28	Evolución Económica Baterías de Condensadores.....	43
Gráfica 2.29	Ahorro Energético Monitorización CITI.....	46
Gráfica 2.30	Ahorro en Co2 Monitorización CITI.....	46
Gráfica 2.31	Evolución Económica Monitorización CITI.....	47
Gráfica 2.32	Ahorro Energético Cambio de Combustible.....	48
Gráfica 2.33	Evolución Económica Cambio de Combustible.....	49
Gráfica 2.34	Ahorro Energético Caldera de Condensación.....	51
Gráfica 2.35	Ahorro en Co2 Caldera de Condensación.....	52
Gráfica 2.36	Evolución Económica Caldera de Condensación.....	53
Gráfica 2.37	Ahorro Energético ACS.....	54
Gráfica 2.38	Ahorro en Co2 ACS.....	56
Gráfica 2.39	Evolución Económica ACS.....	57
Gráfica 2.40	Ahorro de Agua Cisternas Duales.....	61
Gráfica 2.41	Evolución Económica Cisternas Duales.....	62
Gráfica 2.42	Ahorro de Agua Perlizadores.....	64
Gráfica 2.43	Evolución Económica Perlizadores.....	65
Gráfica 2.44	Ahorro de Agua Grifería Técnica.....	67
Gráfica 2.45	Evolución Económica Grifería Técnica.....	67
Gráfica 2.46	Ahorro Energético Oficina Bancaria Mixta.....	68
Gráfica 2.47	Ahorro en Co2 Oficina Bancaria Mixta.....	69

Gráfica 2.48	Evolución Económica Oficina Bancaria Mixta.....	69
---------------------	---	----



1. INTRODUCCIÓN

1.1. MOTIVACIONES

Puesto que realicé prácticas en el departamento de mantenimiento industrial de la empresa ISS Facility Services, la cual se dedica a servicios de otras empresas junto con otras facetas, surgió la necesidad de realizar un proyecto relacionado con la eficiencia energética. Un catálogo genérico de MAE's.

Viendo la repercusión que tiene la eficiencia energética hoy en día creo que el catálogo genérico de MAE's es una oportunidad clara y precisa para fomentar la industria sostenible. La eficiencia energética nos permite ser más productivos, generar mayor valor, alinearnos con la estrategia de la organización y ser más respetuoso con nuestro entorno.

1.2. OBJETIVOS

El Catálogo Genérico de MAE's pretende como su propio nombre indica reflejar y contemplar los ahorros obtenidos en un Catálogo de Medidas de Ahorro Energéticas.

Está pensado principalmente para comparar y verificar la reducción de la demanda dependiendo de la fuente de energía y para informar del impacto medioambiental al que se enfrenta en su elaboración.

También tiene como objetivo almacenar las distintas medidas de ahorros energéticas y clasificarlas según su rentabilidad y viabilidad. La intención es poder llegar al objetivo de pagar la inversión realizada con el ahorro obtenido. Demostrar cómo y cuánto dañamos el medio ambiente es uno de los pasos a seguir por todo el mundo para la mejora sostenible del futuro.

1.3. FASES DEL PROYECTO. ESTRUCTURA

En un principio se recopiló información sobre las medidas de ahorro que había desarrollado la empresa en una serie de edificios, centros comerciales y oficinas bancarias.

Además se recopiló información sobre la eficiencia energética, la gran mayoría documentos proporcionados por la empresa ISS Facility Services.

Por otra parte, aprovechando que mi trabajo consistía en estudiar el consumo y la eficiencia energética para posibles casos futuros, se desarrolló una herramienta de cálculo para poder cuantificar el ahorro generado.

Los últimos pasos de la fase final consistieron en validar la herramienta diseñada y así poder hacer el estudio de viabilidad determinando el impacto medioambiental generado por cada MAE.

Como el proyecto se ha efectuado con la supervisión de los tutores tanto de la empresa como de la universidad se pueden ver reflejadas en el Catálogo Genérico de MAE's algunas de las actuaciones de medidas de ahorro energético efectuadas dentro de la Universidad Carlos III.

El proyecto está estructurado en apartados por diferenciación de MAE's según las tres fuentes principales de recursos energéticos: la electricidad, el gas natural y el agua. En cada una de ellas se observan diferentes Business Case. Casos de negocios reales.

A su vez existen MAE's mixtas que combinan más de un recurso energético y MAE's Zero que resultan ser MAE's de inversión nula o de muy bajo coste. Por último este documento finaliza con el presupuesto, las conclusiones y una bibliografía.

2. MAE's

2.1. MAE'S ELECTRICIDAD

Hoy en día, el desarrollo de un país está ligado a un creciente consumo de energía. Este crecimiento por consumir cada día más es un buen indicativo del progreso alcanzado y de la complejidad de la organización social en la que vivimos.

España es un país apenas sin recursos energéticos propios, por lo que tiene que importar alrededor del 75% de la energía primaria que consume. Este aspecto sumado al gran impacto ambiental que genera estas formas de energía como la destrucción de la capa de ozono y el efecto invernadero motiva a la población a realizar un uso eficiente de las energías limpias y renovables de manera eficiente. El plan de fomento de las energías renovables del 2010 - 2020 es bastante comprometedor de manera que cada vez más las energías renovables como la energía eólica y la solar juegan un papel vital.

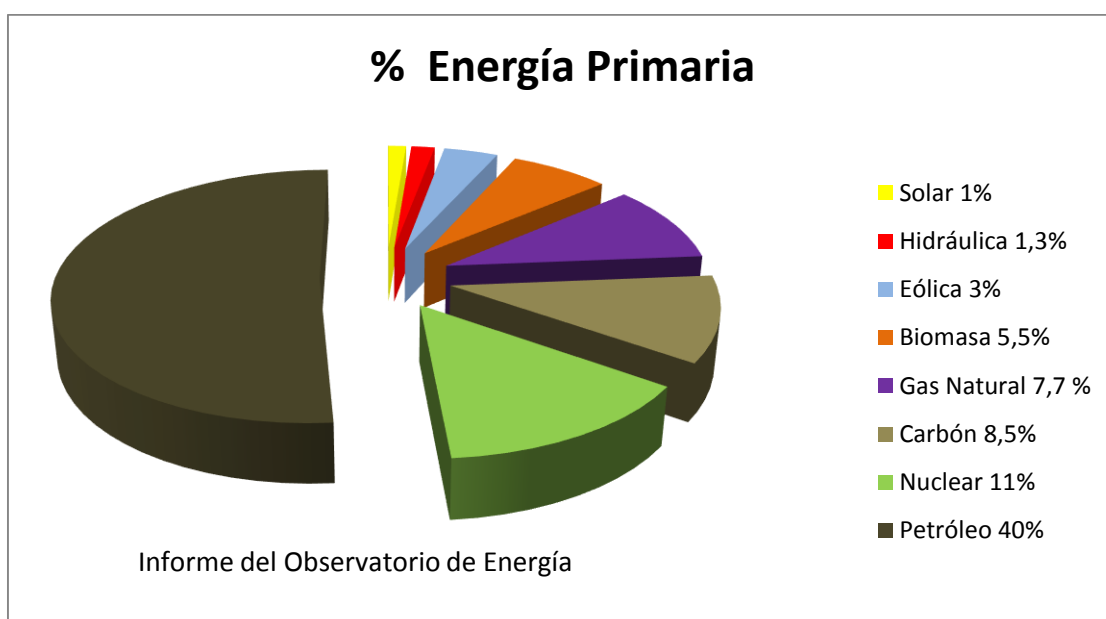


Figura 2.1 Situación Energética en España

2.1.1 TECNOLOGÍA LED. BUSINESS CASE 1.1, 1.2, 1.3, 1.4

El objetivo de estos business case consta de cambiar luminarias antiguas por unas de mayor eficiencia. Lo que se busca a la hora de sustituir tanto luminarias fluorescentes, de Vapor de Mercurio de alta presión, de Haluros Metálicos o luminarias Halógenas por luminarias de tecnología LED es poder ahorrar el consumo que conllevan las reactancias y disminuir la elevada potencia de las luminarias tanto de incandescencia como de descarga de alta presión.

Estas dos ramas de fuente de luz, son las encargadas del alto consumo en iluminación.

Por una parte, la incandescencia es producida por termo-radiación, que está directamente relacionada con la temperatura del material. De este razonamiento se extrae una clara conclusión de que estas luminarias disiparán electricidad en forma de calor ya que la incandescencia es la producción de luz por elevación de la temperatura de un cuerpo. Inconveniente primordial en la eficiencia energética.

Por otra parte, la descarga emite una radiación electromagnética visible denominada luminiscencia cuya intensidad en determinadas longitudes de onda es mucho mayor que la radiación térmica del mismo cuerpo a la misma temperatura. Este es el caso de las lámparas fluorescentes. Conforme el gas interno de la lámpara se ioniza, la impedancia se reduce por lo que si no existe control del flujo de corriente, ésta puede llegar a dañarse a causa de una elevada corriente.

Por lo tanto, la mayoría de las lámparas fluorescentes, funcionan en serie con un dispositivo que limita la corriente de operación. Ese dispositivo es un circuito auxiliar llamado balastro, encargado de proporcionar la tensión de arranque en régimen permanente. Éste consume alrededor de un 15 % de las cargas que alimenta. Existe otro tipo de balastro, el electrónico, que está basado en una tecnología compuesta sobre un circuito de semiconductores, proporcionando un arranque más rápido.

Al utilizar un sistema de alimentación a frecuencias superiores a los 20KHz, el rendimiento de la lámpara crece un 10 % y la vida útil del tubo fluorescente se

duplica, pudiendo disminuir el volumen y el peso. Además está demostrado que a alta frecuencia el comportamiento eléctrico para el estado estable de una lámpara fluorescente es igual al de una resistencia, lo que indica que la lámpara trabajara con un factor de potencia cercano a la unidad.

Con la utilización de estos, se elimina por completo el flujo discontinuo de luz similar al parpadeo de un tubo fluorescente y por supuesto el parpadeo queda totalmente fuera de la percepción humana, ya que al trabajar con frecuencia de red, la onda de corriente cruza con el cero ocasionando la extinción del arco y por consiguiente, para que vuelva a ocurrir la descarga, aumenta la tensión generando un consumo extra.

Las nuevas luminarias LED de alta eficiencia consumen entre un 50 y un 60% menos que las de lámpara tradicional. Esto es debido a la propia naturaleza de la emisión luminosa y al máximo aprovechamiento del rango en el espectro visible.

Para entender el comportamiento hay que dejar de pensar en vatios y empezar a pensar en lúmenes. El flujo luminoso medido en lúmenes (lm) es la cantidad de luz que emite una fuente y que es percibida por el ojo humano. Se debe buscar la máxima eficacia lumínica y las lámparas LED son las que proporcionan más lúmenes por vatio consumido.

En la siguiente tabla se reflejan aproximadamente los distintos flujos luminosos por cada tipo de lámpara.

Lúmenes	Incandescentes	Halógenas	Fluorescentes	LED
80	10 W	7 W	3 W	1,3 W
300	25 W	20 W	8 W	4 W
450	40 W	32 W	15 W	5 W

Tabla 2.0 Flujos luminosos

Como se puede observar, los LED's son los que poseen una mayor eficacia lumínica ya que proporcionan una mayor cantidad de lúmenes por vatio.

$$Eficacia\ lumínica = \frac{Flujo\ luminoso\ (lm)}{W}$$

(2.0.1)

Esta eficacia lumínica, aumenta según la temperatura de ésta. Para un mismo consumo de una lámpara LED, ésta emitirá más lúmenes de potencia luminosa a medida que su temperatura de color sea más alta. Por el contrario, cuantos menos grados kelvin tenga de temperatura, más cálida será la luz.

Esta diferencia de lúmenes que proporciona cada LED depende de una capa de fósforo que recubre el diodo emisor de luz. Cuanto mayor es el grosor de esta capa, mayor será la resistencia al paso de los fotones por lo que proporcionará una luz cálida. Si se tiene una menor resistencia al paso de los fotones por tener una capa de fósforo más delgada, se obtendrá una luz fría de tonalidad amarillo claro.

Por normativa, existen diferentes rangos de iluminancia media que deben cumplir algunos lugares en concreto. La iluminancia se mide en lux.

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen}/\text{m}^2$$

(2.0.2)

Para cumplir la normativa se exige una cantidad de lux mínima, que ésta se puede originar de diferentes maneras, dependiendo del uso de una lámpara u otra, jugando con las potencias, temperaturas y eficacia de las mismas de tal manera que se podrá instalar una bombilla fluorescente de bajo consumo y que esta me esté dando los mismo lux que una incandescente de mayor potencia.

La iluminancia es el brillo que proporciona la fuente sobre un área determinada. Este brillo disminuye cuando aumenta la distancia del foco de emisión.

A 1m.....1500 lux

A 2m.....390 lux

A 3m.....180 lux

Estudio Energético

Para todos los business case comprendidos en esta MAE existen unos datos de entrada que son los siguientes:



- En primer lugar como escenario inicial se tiene un consumo elevado expresado en kWh, que es el resultado de multiplicar la potencia contratada expresada en W, por las horas de funcionamiento al día, por los días al año que está en funcionamiento la instalación. La potencia contratada es el resultado de multiplicar la potencia unitaria por el número de unidades a remplazar.

$$\text{Consumo Energético}(kWh) = P.C(W) \times \text{Horas}(h) \times \text{Días}(h)$$

$$\text{Potencia Contratada}(W) = \text{Unidades} \times \text{Potencia unitaria}(W)$$

(2.1.1)

- Por otro lado como escenario futuro, se tiene el consumo reducido al haber realizado la MAE, ya que la tecnología LED es más eficiente y por lo tanto la potencia unitaria es menor. Al mismo tiempo la potencia contratada se ve reducida por lo que existe un ahorro energético a simple vista.

Resumen de la Medida de Ahorro Energética.

- Menor contaminación Lumínica
- Mayor calidad de Iluminación
- Menor calentamiento
- Menor coste de mantenimiento

Existe una menor contaminación lumínica. Los LED's proporcionan una luz direccional que permite dirigir toda la potencia lumínica a la superficie que se desea iluminar, aprovechándose al máximo la luz generada. Por el contrario las lámparas tradicionales necesitan sistemas de reflexión para dirigir la luz a la superficie que se requiere iluminar. También existe una mayor calidad de iluminación. La

iluminación mediante LED's permite la visión nítida de los colores y proporciona una visibilidad de alta precisión en las formas.

Las luminarias de LED's de alta eficiencia disipan mucha menos energía en forma de calor que las tradicionales. Esta reducción es del orden de 25 a 30 veces. La vida útil de una luminaria de tecnología LED es superior a las luminarias tradicionales.

Se consigue un ahorro en consumo energético en torno a un 60 % frente al alumbrado antiguo. No se necesita ni reactancia ni cebador mejorando los niveles de iluminación en un 20 %. El periodo de retorno o Payback dependerá del número de horas de uso de las luminarias y del número de suministros de estos materiales.

Estudio Económico

- Para el análisis económico de las Medidas de Ahorro Energético existen unos términos que se ajustan a este estudio. Por un lado está el PayBack, que es el periodo de retorno de la inversión. Esto es el cociente entre la inversión inicial y el ahorro anual. El resultado se expresa en años.

$$PayBack(años) = \frac{Inversión\ Inicial(€)}{Ahorro\ Anual(€)}$$

(2.1.2)

- Por otro lado está la TIR que es el indicador de rentabilidad del proyecto. Es uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Al mismo tiempo y relacionado está el Valor Actual Neto. El VAN es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0$$

(2.1.3)



Donde

V_t Representa los flujos de caja en cada periodo t .

I_0 Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n Es el número de periodos considerado.

k es el tipo de interés (TIR)

Business Case 1.1 ISS Cobalto.

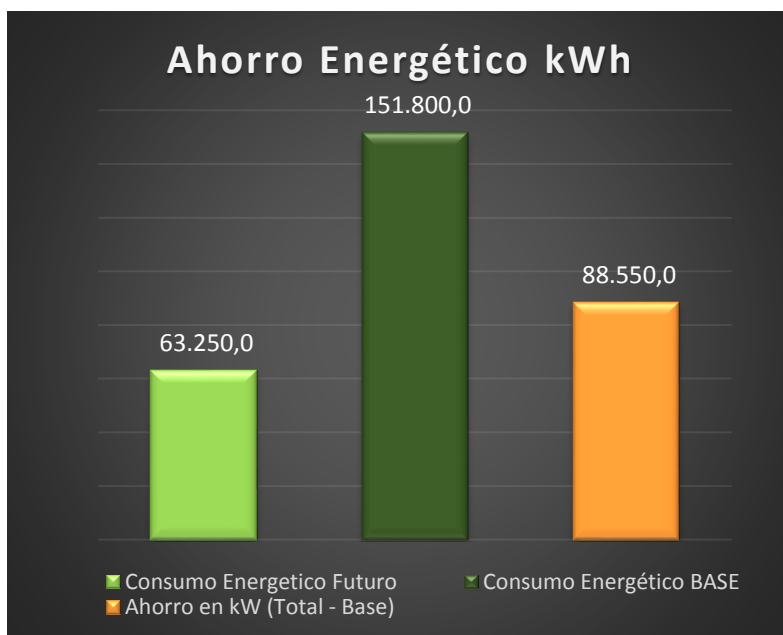
Identificación del Business Case.

El caso de negocio objeto de esta MAE se identifica con el nombre de ISS Cobalto. Estas oficinas se encuentran ubicadas en Barcelona. La medida de ahorro energética consiste en sustituir luminarias fluorescentes por unas de tecnología LED. El funcionamiento es de 11 horas al día durante 250 días al año. En la tabla 2.1 se muestran los consumos de potencia y energía antes y después de aplicar la MAE.

ISS Cobalto	Inicio	Futuro
Potencia Contratada(kW)	55.2	23
Energía Consumida(kWh)	151800	63250

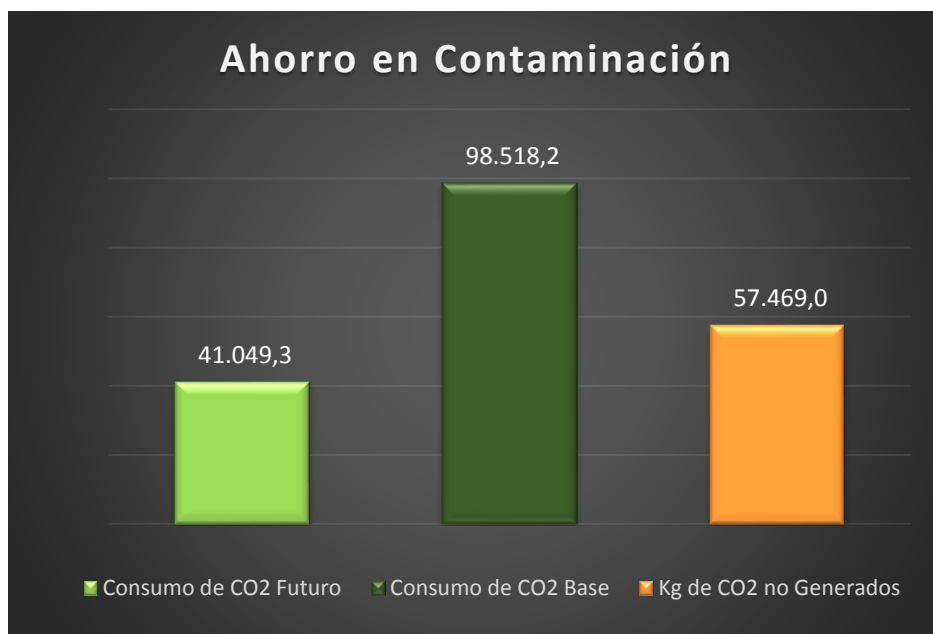
Tabla 2.1 Datos Business Case ISS Cobalto

Debido a la sustitución de la luminaria antigua por la de tecnología LED, se obtiene un aumento de la vida útil de las luminarias y se reduce el mantenimiento de la instalación consiguiendo un ahorro energético del **60 %**.



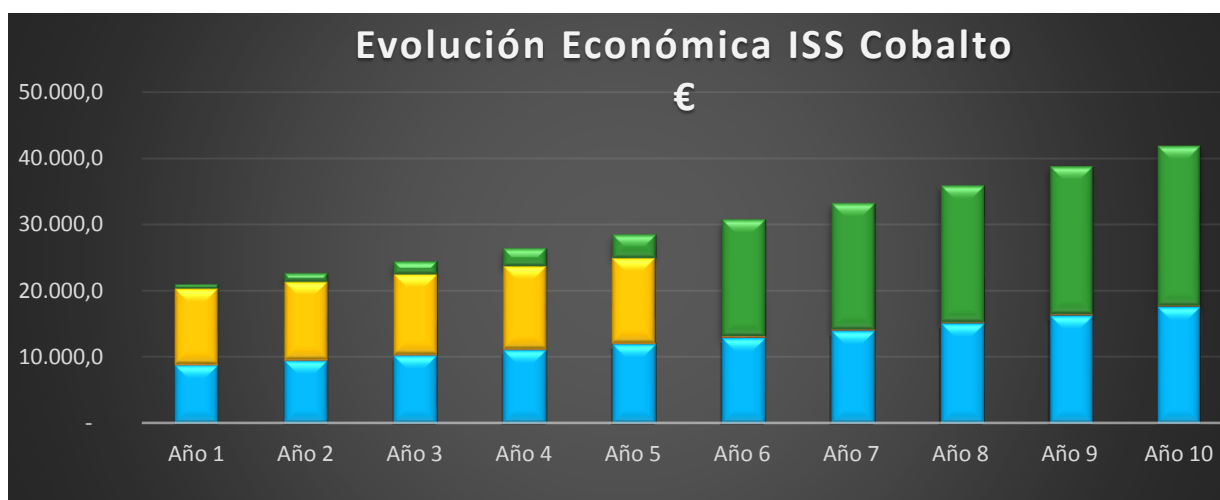
Gráfica 2.1 Ahorro Energético en ISS Cobalto

El ahorro energético supone una cantidad de Co2 que se deja de generar a la atmósfera. La cantidad es aproximadamente de **60 toneladas de CO2**.



Gráfica 2.2 Ahorro de Co2 en ISS Cobalto

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack de en torno a 4,5 años. Es decir, se reduce el gasto de energía aumentando la sostenibilidad.



Grafica 2.3 Evolución económica MAE Electricidad 1.1

Business Case 1.2 Centro Comercial Parque Las Medianas

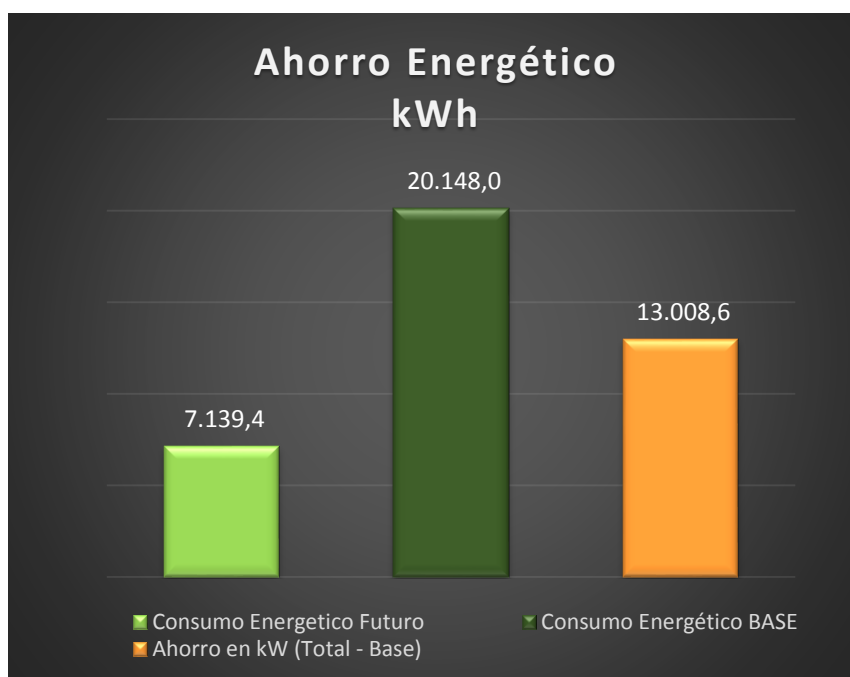
Identificación del Business Case

Esta MAE consiste en sustituir luminarias de vapor de mercurio por unas de tecnología LED. El ámbito de estudio es un centro comercial situado en Madrid. El funcionamiento es de 16 horas al día durante 270 días al año. El problema es que solo aprovechan el 22% de la energía en forma de luz por lo que eficientemente hablando supone un consumo muy alto. En la tabla 2.2 se muestran los consumos antes y después de aplicar la MAE.

CC Las Medianas	Inicio	Futuro
Potencia Contratada(kW)	4.6	1.63
Energía Consumida(kWh)	20148	7139.4

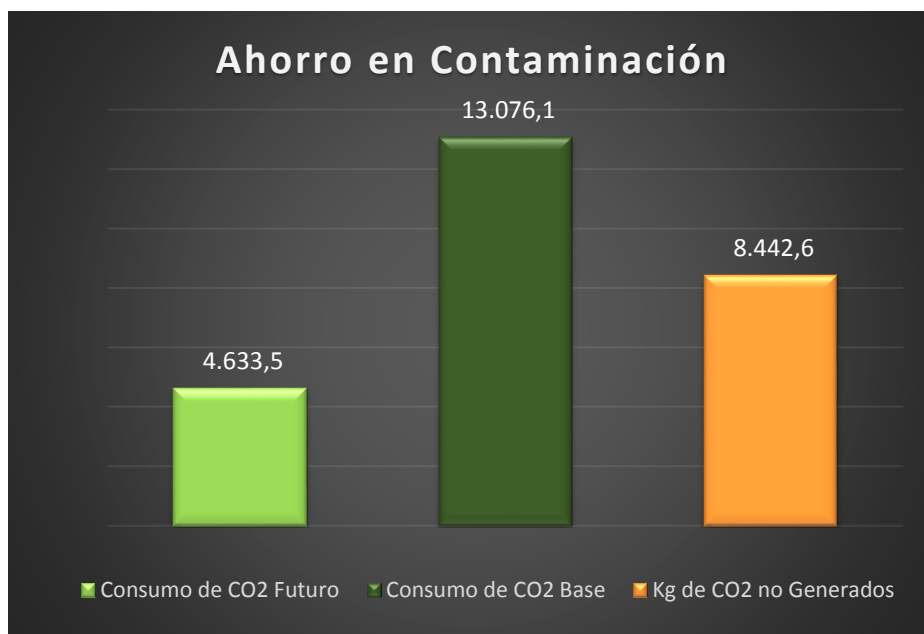
Tabla 2.2 Datos Business Case CC Parque las Medianas. Vapor de mercurio

Al implantar esta MAE se ha reducido el Consumo Energético en un 65 %.



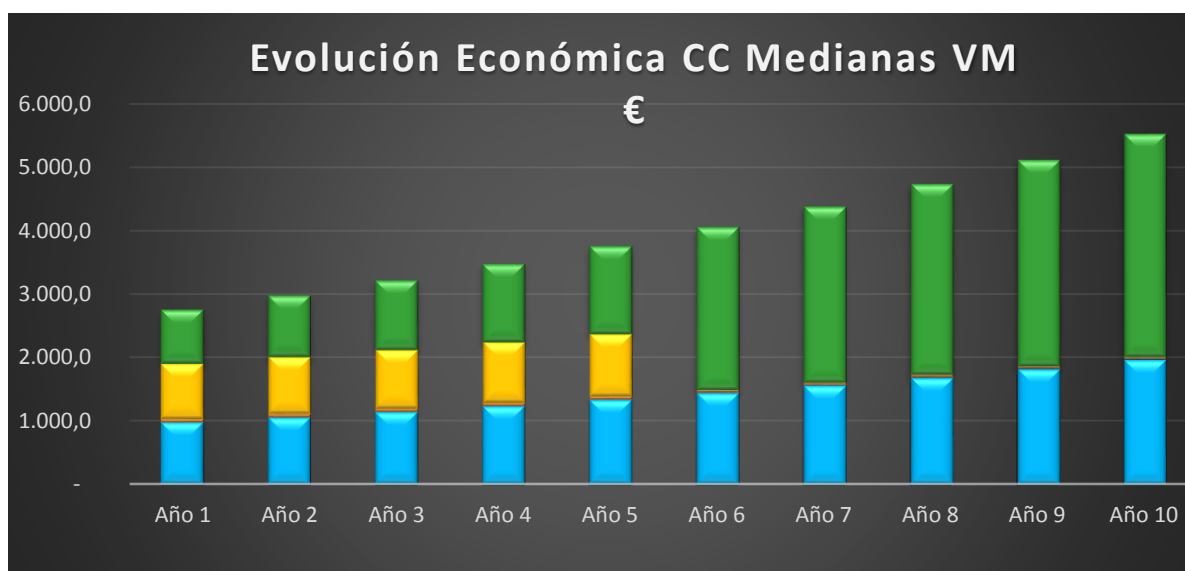
Gráfica 2.4 Ahorro Energético en CC Parque las Medianas. VM

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **9** toneladas de **CO2**.



Gráfica 2.5 Ahorro de Co2 en CC Parque las Medianas VM

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack de en torno a 2.4 años.



Grafica 2.6 Evolución económica MAE Electricidad 1.2

Business Case 1.3 Centro Comercial Parque Las Medianas

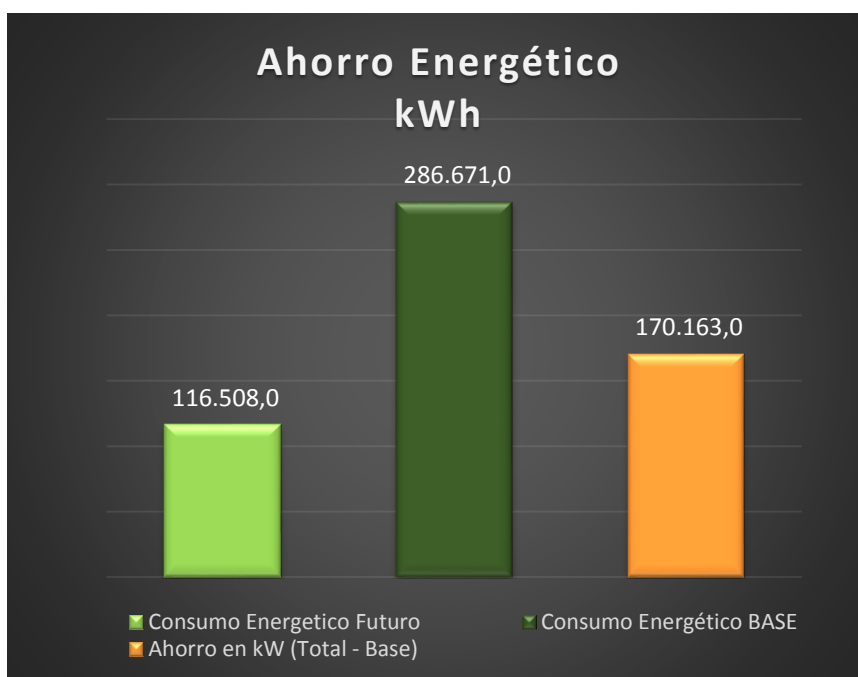
Identificación del Business Case

Esta MAE consiste en sustituir luminarias de haluros metálicos por unas de tecnología LED. El ámbito de estudio es un centro comercial situado en Madrid. El funcionamiento es de 12 horas al día durante 365 días al año. Estas luminarias disipan parte de la electricidad en calor por lo que son de alto consumo energético y altamente poco eficientes. En la tabla 2.3 se resumen los consumos antes y después de aplicar la MAE.

CC Las Medianas	Inicio	Futuro
Potencia Contratada(kW)	65.45	26.6
Energía Consumida(kWh)	286671	116508

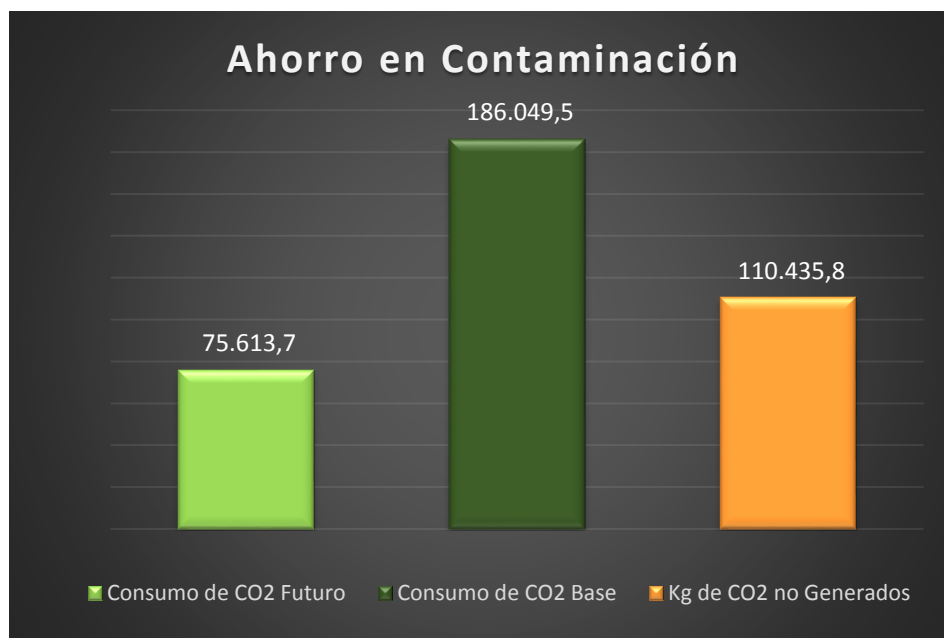
Tabla 2.3 Datos Business Case CC Parque las Medianas. Haluros metálicos

Al implantar esta MAE se ha reducido el Consumo Energético en un 60 %.



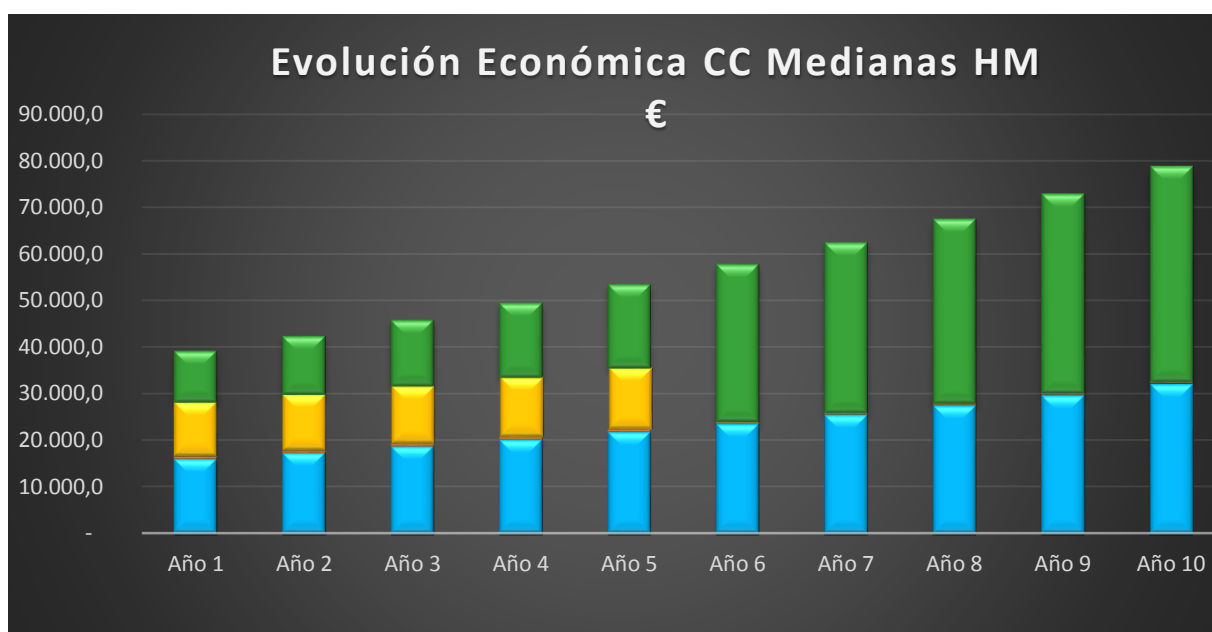
Gráfica 2.7 Ahorro Energético en CC Parque las Medianas. VM

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **110 toneladas de CO2**.



Gráfica 2.8 Ahorro de Co2 en CC Parque las Medianas VM

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack de en torno a 2.5 años.



Grafica 2.9 Evolución económica MAE Electricidad 1.3

Business Case 1.4 Fabricante luminarias halógenas

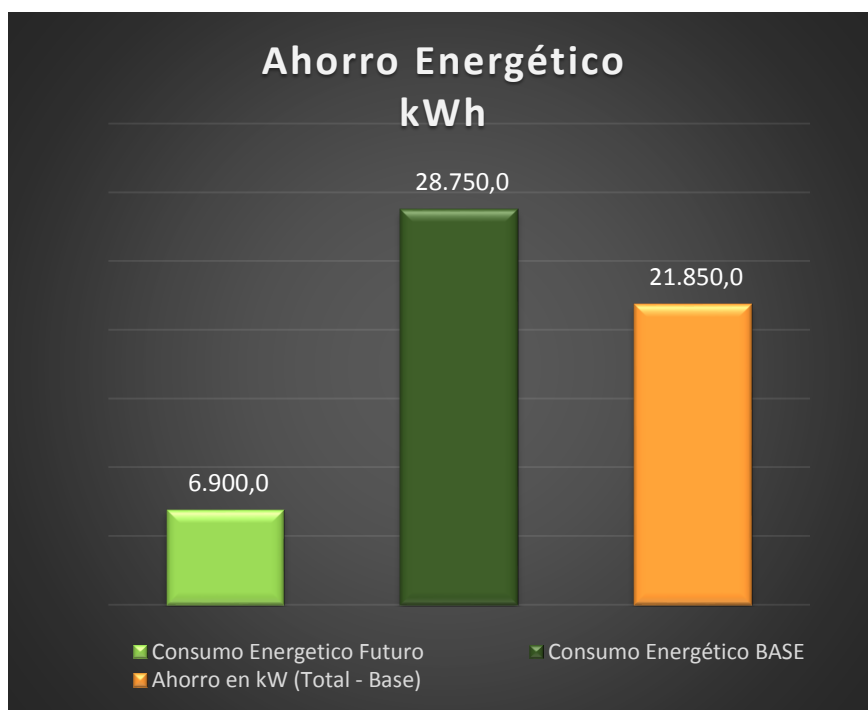
Identificación del Business Case

Esta MAE se basa en estudios teóricos de un fabricante en el que supone un caso para 500 bombillas halógenas con una utilidad de 10 horas al día durante 230 días al año. Los datos de consumos se contemplan en la tabla 2.4

Según fabricante	Inicio	Futuro
Potencia Contratada(kW)	12.5	3
Energía Consumida(kWh)	57500	6900

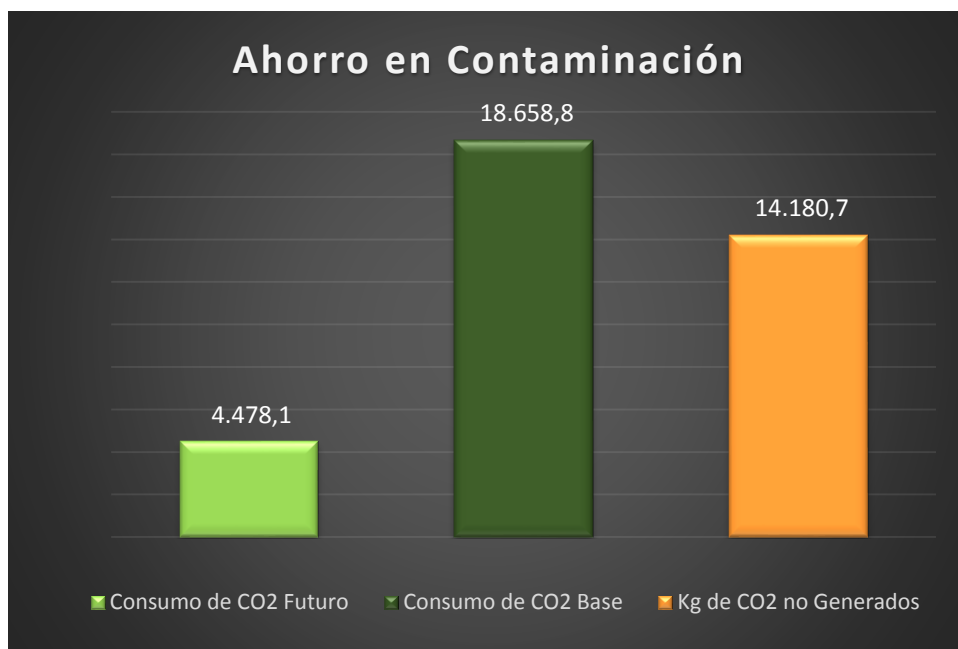
Tabla 2.4 Datos Business Case fabricante halógenas

Al implantar esta MAE se ha reducido el Consumo Energético en un 76 %.



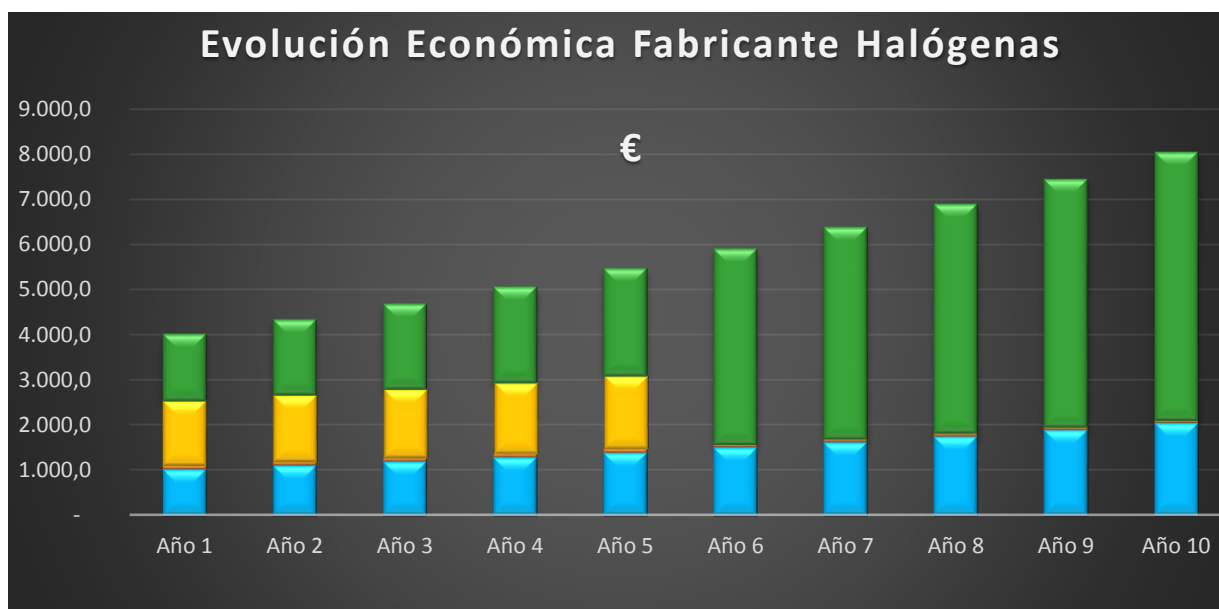
Gráfica 2.10 Ahorro Energético según Fabricante luminarias halógenas

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **14 toneladas de CO2**.



Gráfica 2.11 Ahorro de Co2 según Fabricante luminarias halógenas

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack de en torno a 2.3 años.



Grafica 2.12 Evolución económica MAE Electricidad 1.4



2.1.2. DETECTORES DE PRESENCIA. BUSINESS CASE 1.5

Los detectores de presencia, de movimiento o interruptores de proximidad se utilizan para conectar y desconectar la iluminación de cualquier espacio dependiendo de la existencia de personas en el mismo. Con esta instalación se logra que el control de encendido se realice automáticamente, sin que ninguna persona tenga que accionarlo. De tal manera la luz permanece encendida cuando realmente se requiere que la zona esté iluminada.

La mayoría de estos interruptores de proximidad funcionan por un sistema de radiación infrarroja, que se encarga de captar la presencia y el movimiento de las personas dentro de su área de alcance. En el caso de tener que instalar un detector en una zona u otra, dependiendo el ángulo al quede enfrentado el detector, existen diversos rangos de actuación en función del área a barrer cubriendo ángulos desde los 110 a los 360 grados.

La distancia de detección es otra característica a tener en cuenta junto con el retardo de desconexión, ya que el tiempo de salida de la persona y la desconexión de la iluminación se puede regular perfectamente.

Normalmente, este aparato inteligente está programado para detectar variaciones de temperatura a una ya establecida previamente y que suele coincidir con la temperatura ambiente.

Como la temperatura corporal de una persona suele ser mayor, su presencia pone en marcha el dispositivo, que enciende automáticamente el interruptor.

Las ventajas de estos detectores de presencia o proximidad son rentables en zonas donde no hay un tránsito muy elevado ni tampoco en locales muy pequeños donde el consumo de la iluminación no justifica la colocación de éstos. También hay que tener en cuenta el poder de ruptura del detector. Cada marca ofrece su catálogo para su previo estudio creando multitud de posibilidades a la hora de utilizarlos.



Estudio Energético

- Como escenario inicial se tiene una instalación con un consumo elevado al no disponer de sensores de presencia en sus luminarias. Las zonas iluminadas permanecen encendidas durante todo el horario de apertura del establecimiento independientemente de que exista tránsito alguno o tránsito poco frecuentado. Se aprecia un gasto innecesario y elevado que puede ser reducido instalando estratégicamente estos detectores. Fundamentalmente en pasillo y accesos en los que la luz no debe estar presente durante el horario de apertura, ya que éste a veces es de todo el día.
- Para el escenario futuro una vez instalados los detectores de presencia en zonas estratégicas de la instalación se obtiene un consumo eficiente reduciendo el gasto de luz en zonas no necesarias y al mismo tiempo reduciendo la duración de encendido en las zonas más frecuentadas.

No existe eficiencia exacta que determine el ahorro en concreto al instalar detectores de presencia. Todo va a depender de varios factores como son el tránsito humano y el tiempo de utilización de las zonas con detectores instalados ya que éstos no son fijos y varían dentro de la correlación ligada al tiempo en cuestión. El periodo de retorno dependerá del número de detectores instalados y de las horas de funcionamiento de la instalación.

Business Case 1.5 Centro Comercial Parque Sur

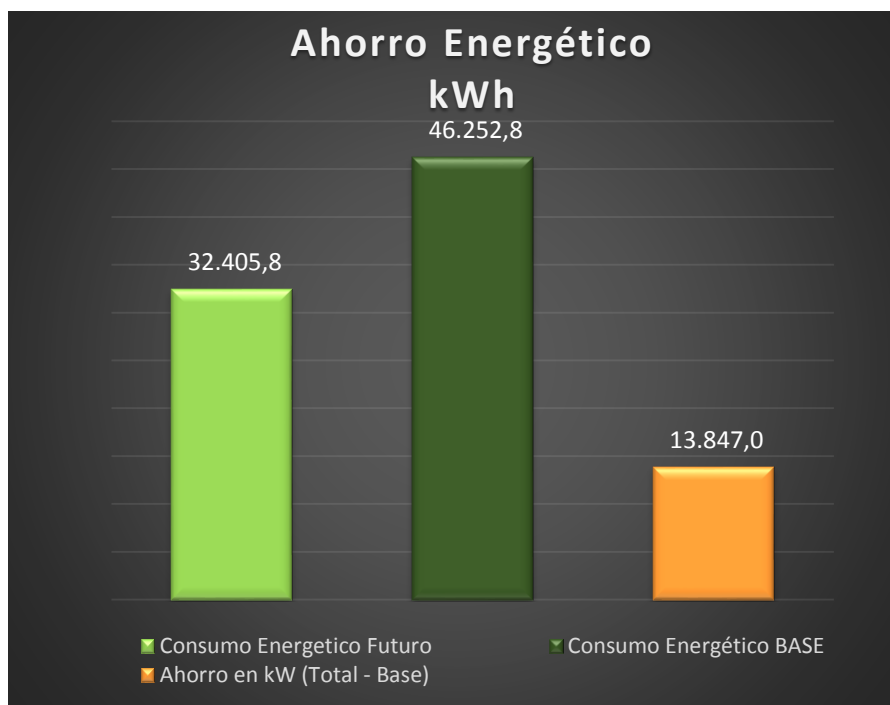
Identificación del Business Case

El objetivo de este business case es la instalación de detectores de presencia en zonas de tránsito y pasillos. El ámbito de estudio es un centro comercial situado en Madrid donde se instalan detectores de presencia en zonas estratégicas y pasillos. Las horas de funcionamiento al día son 24 y los días totales al año que ésta permanece abierta son 365. El consumo es elevado debido al uso continuo de las luminarias permaneciendo así todo el día en funcionamiento. Se observa en la tabla siguiente:

Detectores presencia	Inicio	Futuro
Energía Consumida(Kwh)	46252.8	32405.8

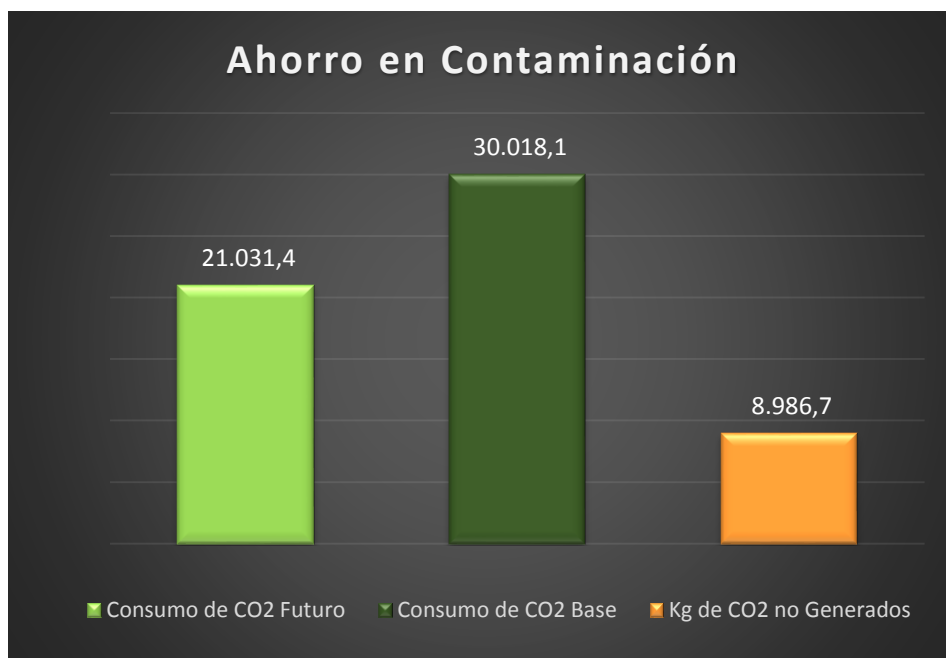
Tabla 2.5 Datos Business Case Parque Sur

Al implantar esta MAE se ha reducido el Consumo Energético en un 30 %.



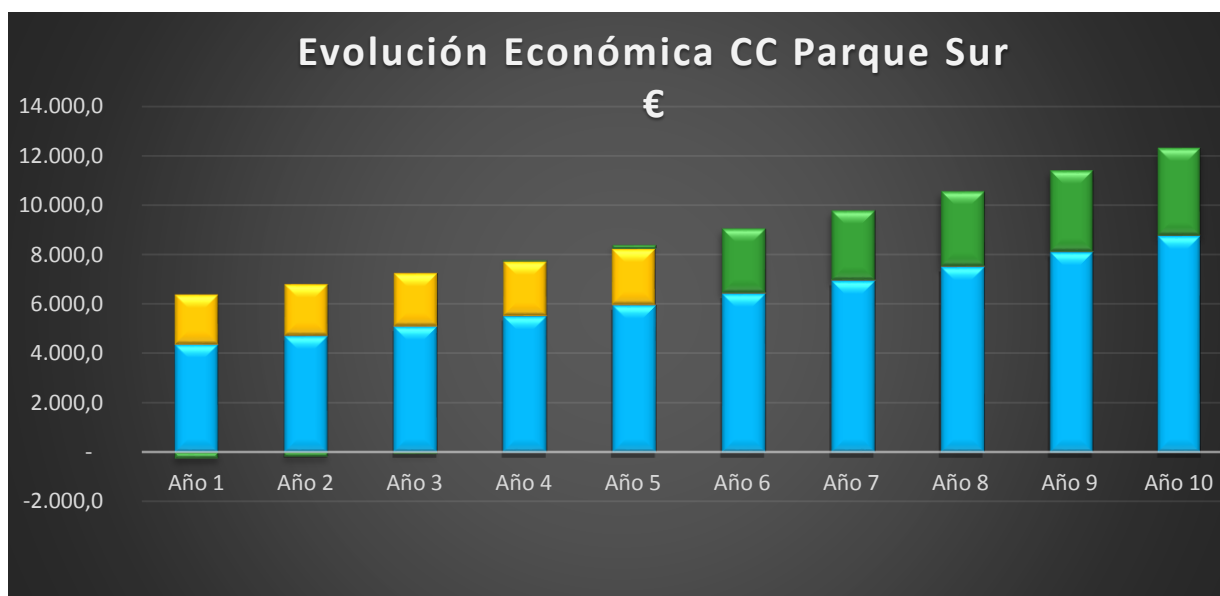
Gráfica 2.13 Ahorro Energético en CC Parque Sur

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **9 toneladas de CO2**.



Gráfica 2.14 Ahorro de Co2 en Parque Sur

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack de en torno a 5,4 años.



Gráfica 2.15 Evolución Económica Business Case CC Parque Sur



2.1.3. SENSORES CREPUSCULARES. BUSINESS CASE 1.6

Los interruptores crepusculares son equipos electrónicos que permiten controlar de forma automática la iluminación en función de la luminosidad ambiental y el momento del día. Estos dispositivos funcionan gracias a la incorporación de una célula fotoeléctrica que se activa con la presencia de la luz natural o viceversa, dependiendo de su configuración. La cuestión es muy simple al no desperdiciar ningún segundo de energía con la salida o puesta del Sol.

Estos interruptores encienden la luz de una instalación cuando el nivel de luz diurna medido con un sensor especial cae por debajo de un umbral definido.

Estudio Energético

Independientemente del tipo de edificio o infraestructura, la utilización de los interruptores crepusculares optimiza los costes energéticos evitando consumos innecesarios. A diferencia de los interruptores horarios tienen una ventaja y es que éstos últimos, parecen ser eficaces pero si se añade el factor de que tanto la puesta como la salida del Sol varía cada día dependiendo del mes en el que estemos, no llegan a serlo tanto como se piensa.

Algunos de estos dispositivos no llevan célula de lo contrario calculan automáticamente las horas del amanecer y del anochecer según su posición geográfica.

La estimación del ahorro junto con el periodo de retorno dependerá de las condiciones de funcionamiento y del número y tipo de luminarias instaladas en las zonas susceptibles de implantación.

Business Case 1.6 Sensores Crepusculares

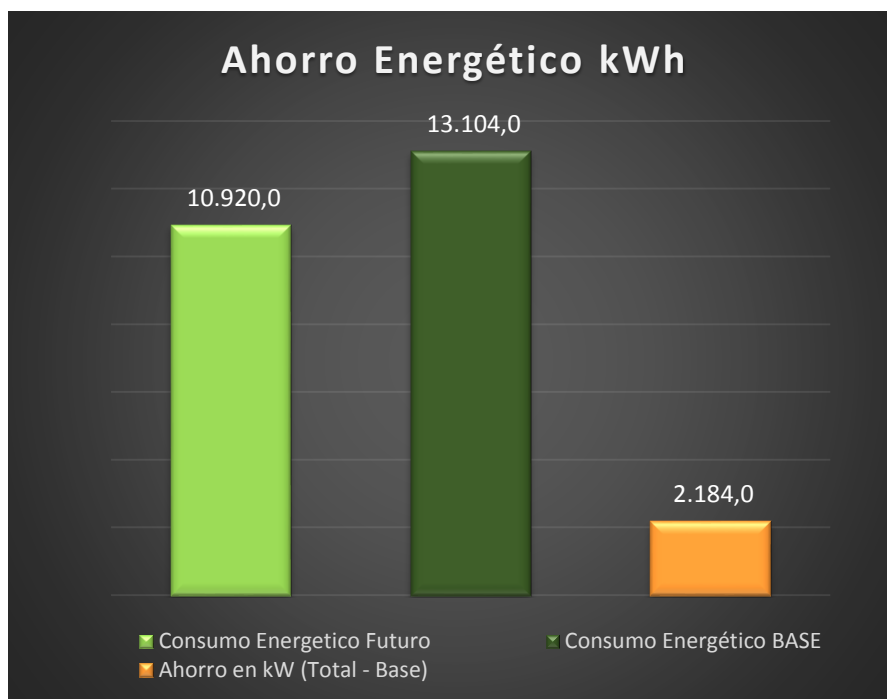
Identificación del Business Case

El objetivo principal de esta MAE es poder aprovechar la luz proporcionada por el Sol desde que sale hasta su puesta. En la siguiente tabla se puede observar el consumo antes y después de aplicar la MAE.

Sensores Crepusculares	Inicio	Futuro
Energía Consumida(Kwh)	13104	10920

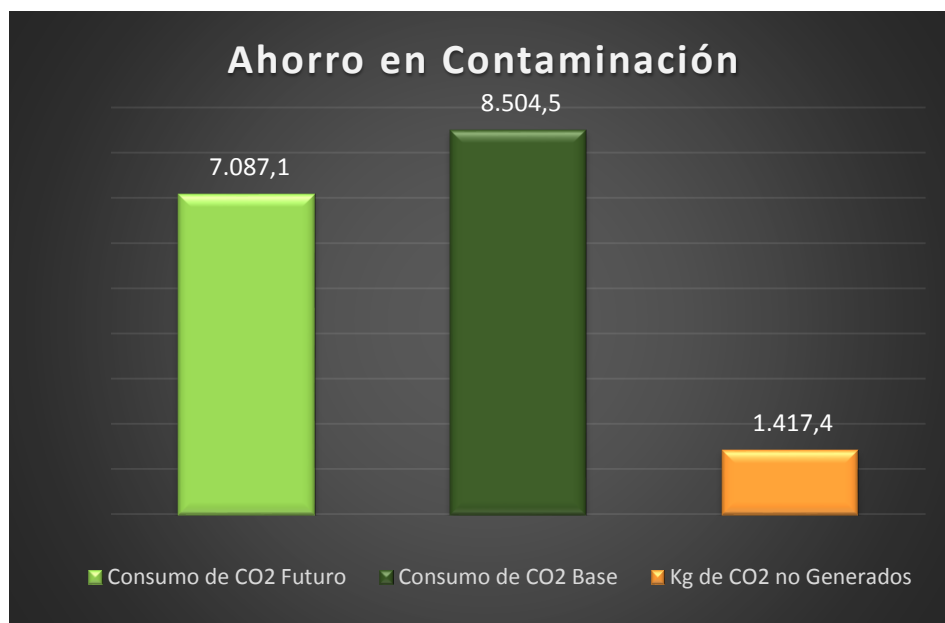
Tabla 2.6 Datos Business Case Sensores Crepusculares

Como resultado, tras instalar el sensor crepuscular en uno de los letreros de ISS el consumo eléctrico ha sido reducido en torno a un 17 %.



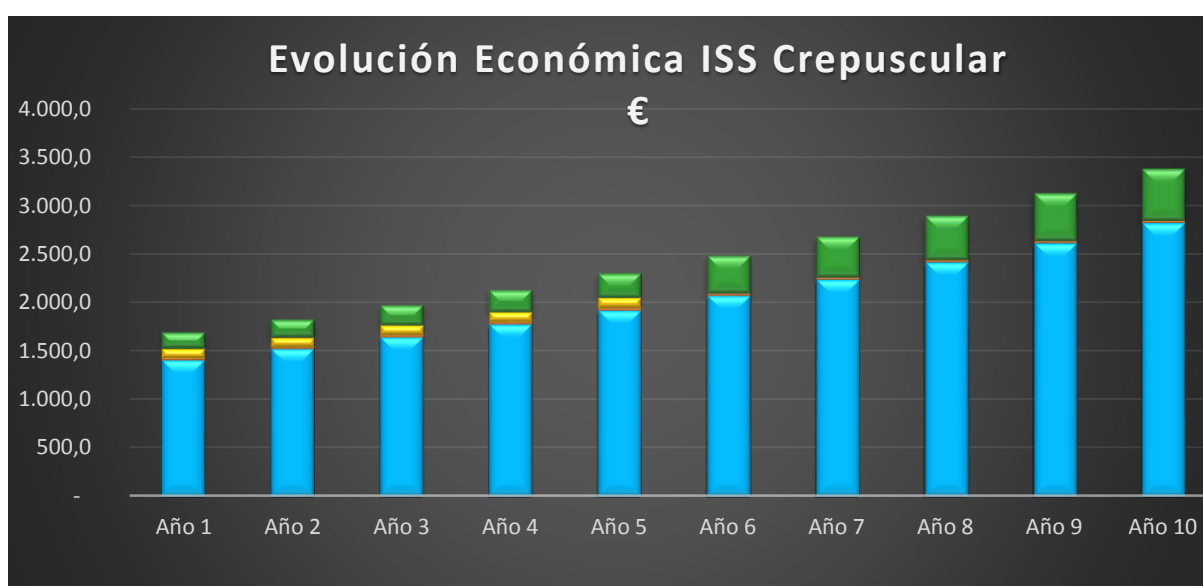
Gráfica 2.16 Ahorro Energético ISS Crepuscular

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **una** tonelada y **media** de CO2.



Gráfica 2.17 Ahorro de Co2 en ISS Crepuscular

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack aproximado de 1,8 años.



Gráfica 2.18 Evolución Económica ISS Crepuscular

2.1.4. VARIADOR DE FRECUENCIA. BUSINESS CASE 1.7

El variador de frecuencia es un sistema compuesto por un motor de Corriente Alterna y un controlador. El motor normalmente es un motor de inducción trifásico siendo éste más apropiado para la mayoría de los propósitos y generalmente más económico. El controlador es un dispositivo electrónico que permite variar la velocidad rotacional del motor, en este caso, una bomba de climatización. Esta variación de la velocidad rotacional se realiza actuando sobre la frecuencia de la corriente eléctrica.

La velocidad de los motores asíncronos no está influenciada por las variaciones de tensión, pero es proporcional a la frecuencia de la corriente de alimentación e inversamente proporcional al número de polos que tiene el estator

$$\text{Revoluciones por Minuto} = \frac{120 * f}{p}$$

(2.1.4)

El controlador es un dispositivo electrónico que está compuesto por varios bloques, en la siguiente figura se puede observar como cada uno de ellos está relacionado.

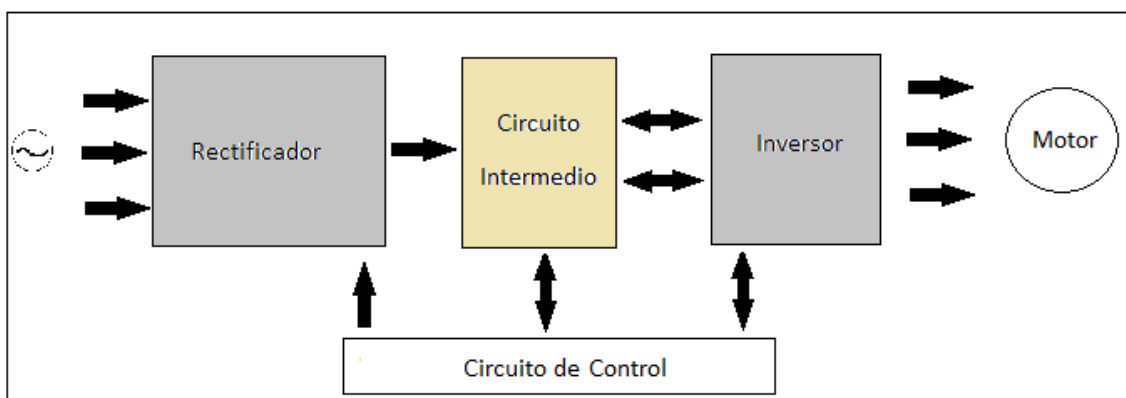


Figura 2.2 Esquema Variador de frecuencia

Cada bloque tiene una función, siendo las más importantes el circuito rectificador y el inversor.

- El circuito rectificador recibe la tensión alterna y la convierte en continua por medio de un puente rectificador de diodos.
- El inversor convierte el voltaje continuo del circuito intermedio en uno de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos.
- El circuito intermedio consiste en un filtro LC cuya función principal es la de ablandar el rizado de la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos hacia la red.
- El circuito de control es el encargado de encender y apagar los transistores para generar los pulsos de tensión y frecuencia variable.

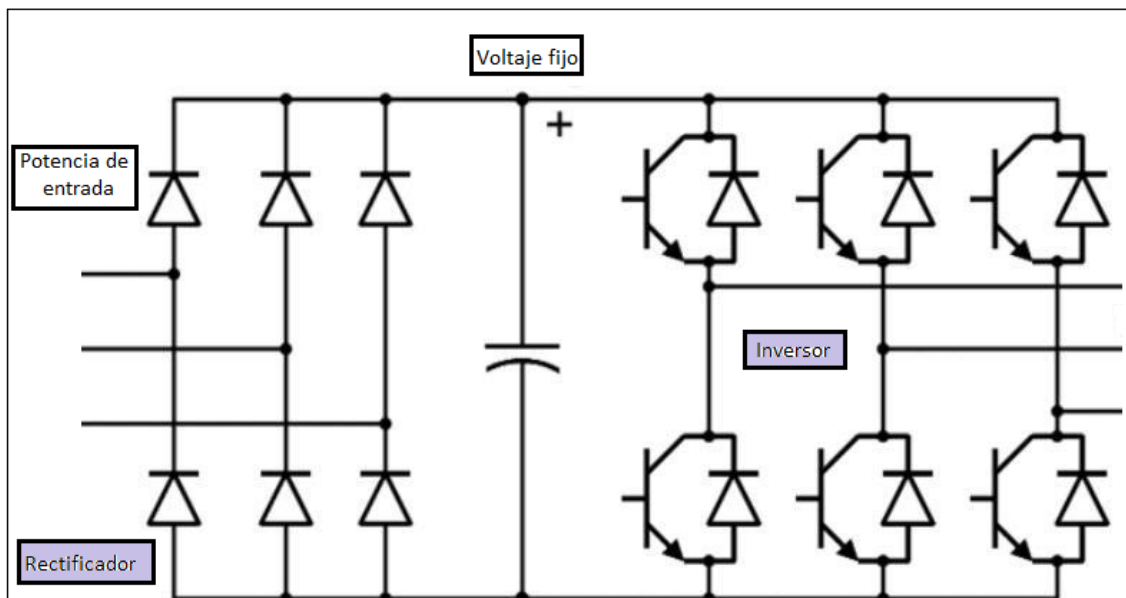


Figura 2.3 Bloque Rectificador- Inversor

El primer bloque se encarga de la conversión de la corriente alterna de la línea de alimentación en corriente continua. Mediante el puente rectificador trifásico de diodos convierte una señal con partes positivas y negativas en solo partes positivas. Además controla el voltaje del inversor para mantener constante la relación voltios/hercios.

El segundo bloque es el encargado de convertir la corriente continua en corriente alterna de frecuencia ajustable que alimenta el motor. La función que realiza el inversor no es otra que la de modificar el ciclo de trabajo de la señal para poder controlar la cantidad de energía que se quiere enviar a una carga.

Los variadores de frecuencia sacan partido de las leyes de afinidad para lograr la principal ventaja del uso de estos equipos, que es el ahorro energético. La utilización del

variador de velocidad en los procesos de par variable es la que proporciona un mayor ahorro de energía. Las cargas de par variable son las que involucran movimientos de fluido, como aire y agua, y el mayor número de estas aplicaciones son las bombas y los ventiladores centrífugos. Primero se analizan cuáles son las leyes que rigen estos sistemas, para permitir obtener ahorros de energía en velocidades menores a las nominales.

En cualquier sistema de movimiento de fluido por medio de impulsores centrífugos, el caudal Q , siempre está relacionado proporcionalmente con la velocidad del impulsor. Esto significa que el gasto es una función lineal de la variación de la frecuencia suministrada por el variador.

$$Q = Q_0 * \frac{V. Final}{V. Inicial}$$

(2.1.5)

Este caudal que es proporcional a la velocidad, es impulsado a diferentes presiones, p , según varía la velocidad de rotación del motor. En este caso la presión se comporta como una función cuadrática.

$$p = p_0 \times \left(\frac{V. Final}{V. Inicial} \right)^2$$

(2.1.6)

Para realizar este trabajo se necesita una determinada potencia P , con el fin de producir el caudal con cierta presión. La demanda para esta variación de velocidad se comporta a partir de una función cubica de la velocidad de rotación del motor.

$$P = P_0 \times \left(\frac{V. Final}{V. Inicial} \right)^3$$

(2.1.7)

Puesto que la zona de máximo rendimiento es bastante limitada, en algunos casos puede ser conveniente hacer funcionar la bomba a menor velocidad para disminuir el

caudal tras una reducción de carga de la instalación. De esta forma se consigue disminuir la potencia, sin bajar el rendimiento. Es decir, al cambiar el régimen de giro de la bomba, se modifica la curva característica, y naturalmente el punto de funcionamiento.

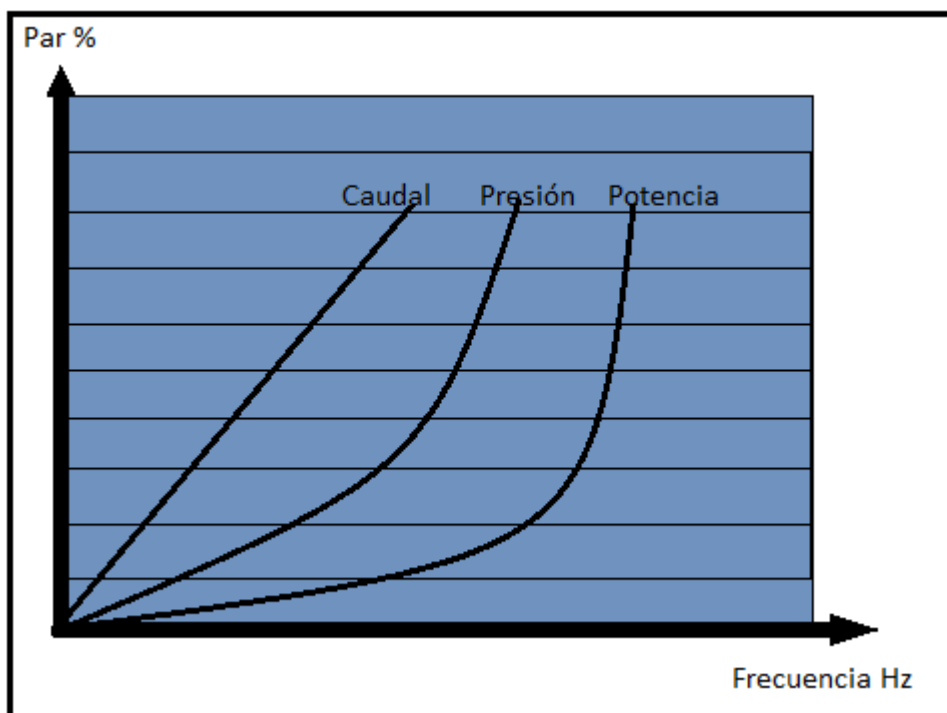


Figura 2.4 Curvas de operación en cargas de par variable

Si el sistema en cuestión sólo tiene que suministrar un caudal correspondiente al 100 % durante unos días al año, el ahorro de energía puede llegar al 50 % siempre y cuando el promedio sea inferior al 80 % del caudal nominal para el resto del año.

Por lo tanto si se reduce la velocidad un 20 % con respecto a la velocidad nominal, el caudal también se reduce en un 20 %, sin embargo el consumo eléctrico se reduce alrededor de un 50 %. A este 50 % hay que añadirle el consumo del propio variador que puede oscilar en un 15 % de la potencia nominal del motor.

Estas disminuciones de la potencia son las que nos permiten tener ahorros de energía en las cargas variables a velocidades menores que las nominales, y el variador de velocidad es el único método de control de velocidad que cubre un rango de velocidades según sean las demandadas.



En un sistema de manejo de fluidos no tiene ninguna ventaja instalar variadores de frecuencia si las necesidades de caudal y presión no tienen variaciones, si siempre se requiere las condiciones máximas de trabajo.

Pero generalmente los sistemas de bombeo e inyección de aire se diseñan originalmente considerando el punto máximo de operación.

Estudio Energético

- El escenario principal trata de una instalación con bombas de climatización y agua caliente sanitaria sin variadores de frecuencia. El consumo energético es elevado debido a que durante todo el uso de la instalación en horas de funcionamiento no se trabaja a plena carga.
- Como escenario final se ve reducido el consumo al implementar sistemas de variación de frecuencia.

Resumen de la Medida de Ahorro Energética.

- En función del tipo de bomba se puede elegir un tipo de variador y a partir de aquí estimar el ahorro producido, según datos de funcionamiento aportados por el cliente.
- Los motores se ven expuestos a menores excesos de régimen disminuyendo así el mantenimiento de ellos.
- Se trata de un sistema muy eficiente desde el punto de vista energético, puesto que no se introducen pérdidas adicionales.

Los ahorros de electricidad que estos equipos permiten conseguir son alrededor del 30% del consumo actual de electricidad. Incluso puede ser igual o superior al 30% para motores de elevada potencia eléctrica y una gran utilización anual.

Business Case 1.7 Variador de frecuencia MACBA

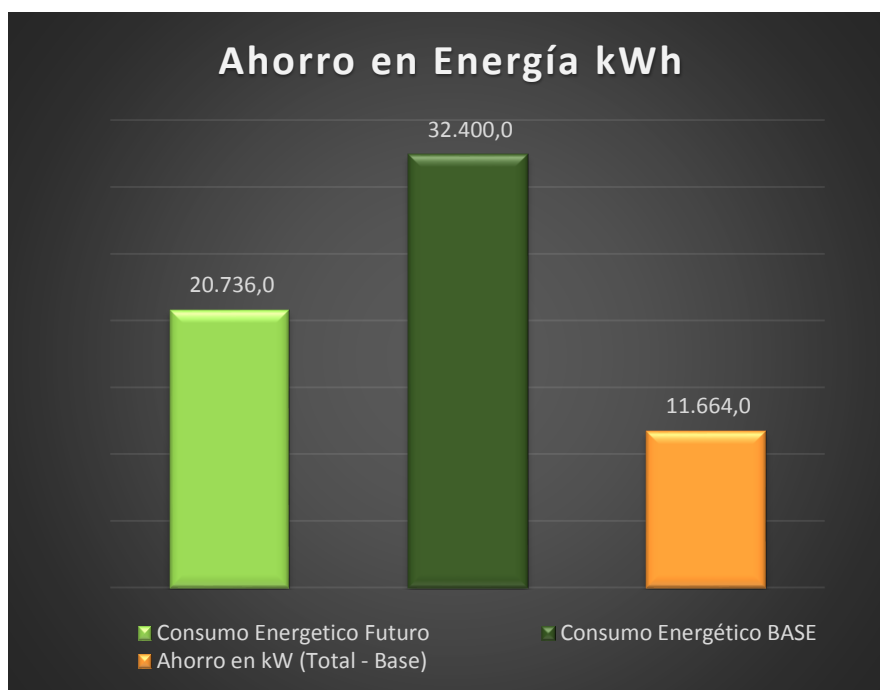
El objetivo de esta MAE es la instalación de un variador de velocidad en un motor de 7,5 kW en un climatizador del MACBA.

En la tabla 2.7 se puede observar el consumo antes y después de aplicar la MAE.

Variador de frecuencia	Inicio	Futuro
Energía Consumida(Kwh)	32400	20736

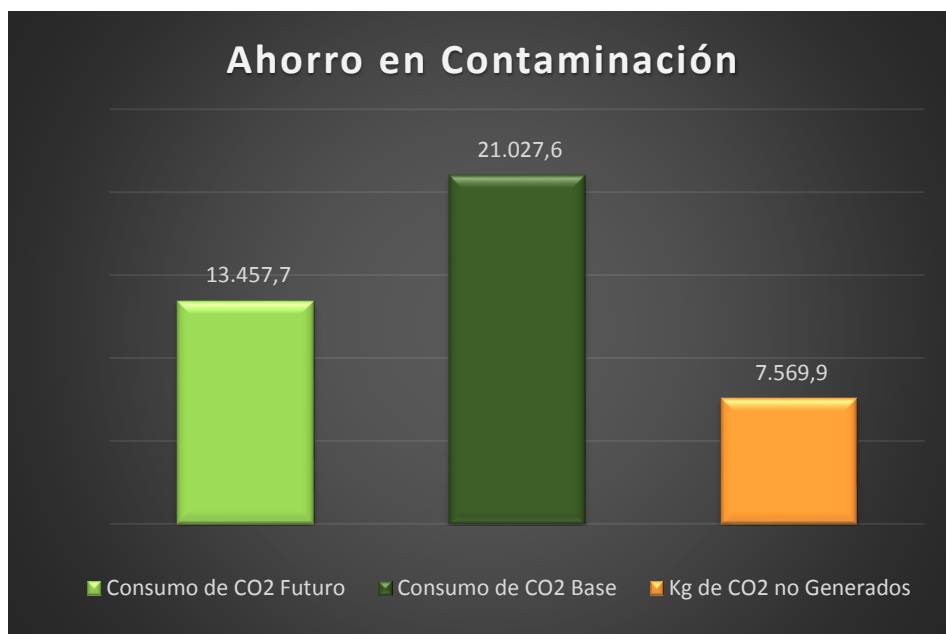
Tabla 2.7 Datos Business Case MACBA

Como resultado, tras instalar el variador de frecuencia en uno de los climatizadores el consumo eléctrico ha sido reducido en 11664 kWh, el 36 %.



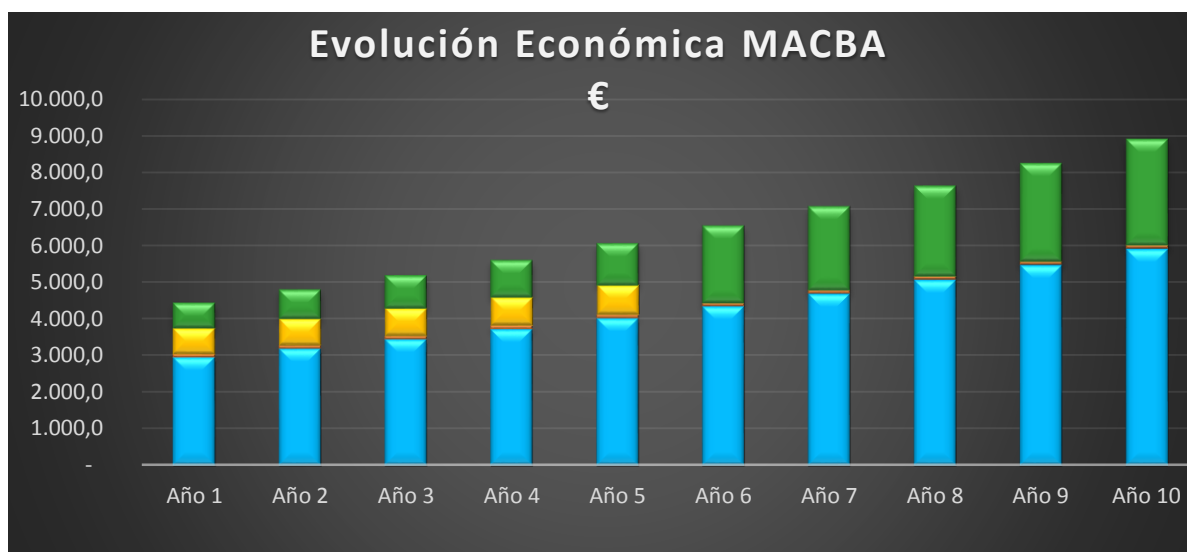
Gráfica 2.19 Ahorro Energético MACBA

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **8 toneladas de CO2**.



Gráfica 2.20 Ahorro de Co2 en MACBA

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack aproximado de 2.5 años.



Gráfica 2.21 Evolución Económica MACBA

2.1.5. SISTEMAS INVERTER. BUSINESS CASE 1.8, 1.9

Un sistema común de climatización tiene como función enfriar un espacio habitable a una determinada temperatura. Cuando la temperatura establecida por el usuario final o por el fabricante se alcanza, el sistema se para porque ha logrado su objetivo. Pasado un tiempo el espacio habitable no posee la misma temperatura que se quería en un principio por lo que el sistema de climatización repite el mismo ciclo de encendido hasta volver a lograrse otra vez.

Así continuamente el sistema está realizando ciclos de encendido y apagado constantemente en un periodo de tiempo considerable generándose un excesivo consumo energético.

Por el contrario, un sistema Inverter actúa de una forma más eficiente energéticamente hablando que el sistema tradicional ya que llega más rápido a la temperatura deseada sin necesidad de tener que repetir los ciclos de encendido y apagado.

El sistema Inverter regula las revoluciones del motor del compresor para proporcionar la potencia demandada a las necesidades de cada momento, permitiendo consumir únicamente la energía necesaria. Justo en el momento de alcanzar la temperatura, el equipo disminuye la potencia evitando los picos de arranque del compresor. De esta manera se reducen las variaciones de temperatura manteniéndolas estables dentro de un rango de estabilidad ambiental que no va más allá de ± 1 grado.

El dispositivo electrónico es un circuito encargado de regular el voltaje para permitir disminuir las revoluciones. Regula la corriente y la frecuencia de alimentación siendo sensible a los cambios de temperatura. Para ello varía la frecuencia de alimentación. Llevando a funcionar el motor desde 5 Hz hasta 50 Hz consiguiendo parcializar la potencia.

El sistema Inverter posibilita que el compresor trabaje un 30% por encima de su potencia para conseguir más rápidamente la temperatura deseada y, por otro lado, también puede funcionar hasta un 15% por debajo de su potencia.

De esta manera la estancia es más cómoda y deja de existir variación alguna de confort.

Estudio Energético

- El escenario principal trata de una instalación con equipos de climatización tradicionales con un alto consumo energético.
- Como escenario final se ve reducido el consumo al incorporar equipos de climatización más eficientes, con mejores rendimientos energéticos.

Resumen de la Medida de Ahorro Energética.

- Disminución del tiempo empleado en enfriar/calentar.
- Disminución del consumo energético
- Disminución acústica
- Disminución del coste de mantenimiento

El compresor funciona aproximadamente a una velocidad el doble de rápida hasta que se llega a la temperatura ideal, por eso el calentamiento y el enfriamiento son más rápidos. A su vez se elimina el exceso de ruido y el consumo es siempre proporcional.

El sistema Inverter deja de desplazar constantemente gas refrigerante en su interior adecuándose a la demanda de las unidades exteriores.

El compresor deja de trabajar en una progresión no lineal al dejar de realizar ciclos de encendido y apagado que es lo que produce picos en la señal y hace que el consumo sea menor aumentando el rendimiento del sistema.

Se disminuye el coste de mantenimiento al no degradarse en exceso el compresor. Su vida útil aumenta. En la gráfica se puede apreciar la estabilidad del sistema Inverter.

Independientemente de esas características, la tecnología incorpora en los sistemas Inverter además de sensores de temperatura, otro tipo de sensores como de presencia para ser más eficiente aún. Dependiendo del número de personas y de su temperatura corporal, actividad o movilidad el ahorro incrementará.

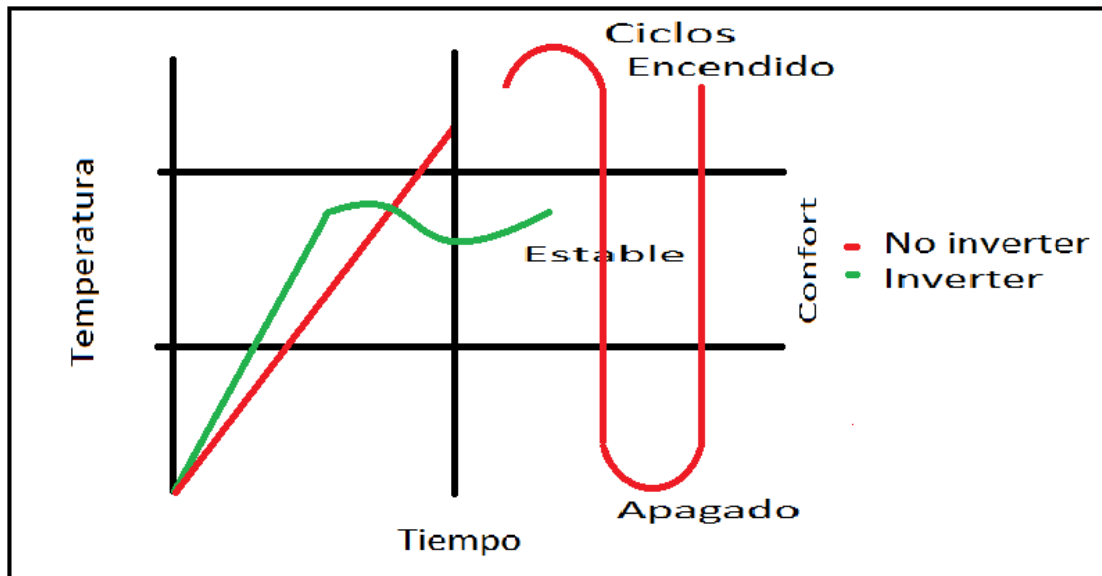


Figura 2.5, Sistema Inverter, Sistema No Inverter

Business Case 1.8 Sustitución de máquina R-22 por Sistema Inverter

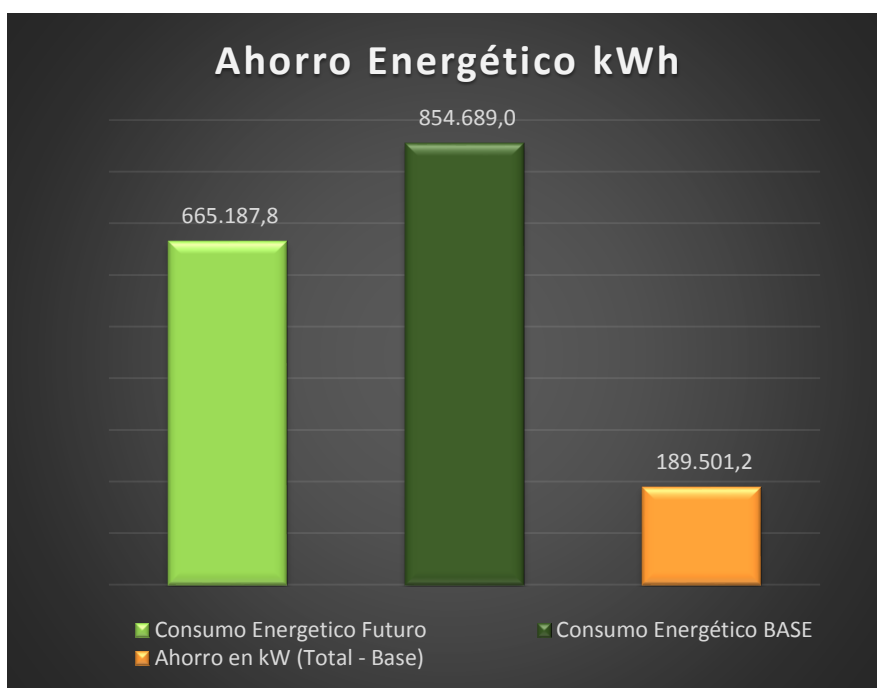
El objetivo de esta MAE es la instalación de un sistema Inverter por la sustitución de una máquina de R-22 en un edificio de oficinas industriales. El horario de funcionamiento corresponde a 16 horas diarias durante 365 días al año.

En la tabla 2.8 se puede observar el consumo antes y después de aplicar la MAE.

Sistema Inverter	Inicio	Futuro
Energía Consumida(Kwh)	854689	665187

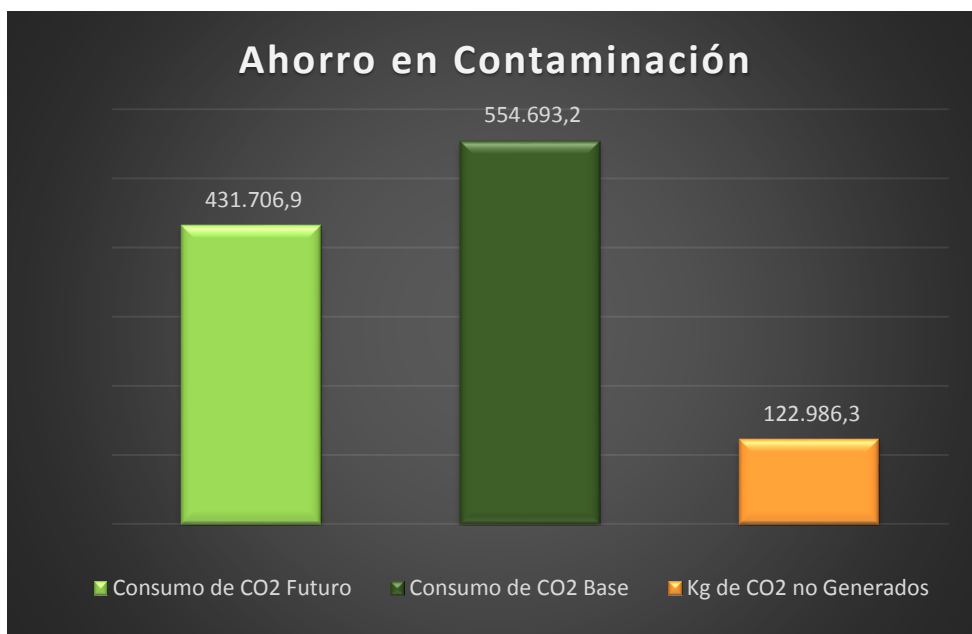
Tabla 2.8 Datos Business Case Inverter HP

Como resultado, tras instalar los sistemas Inverter el consumo eléctrico ha sido reducido en un 22 %.



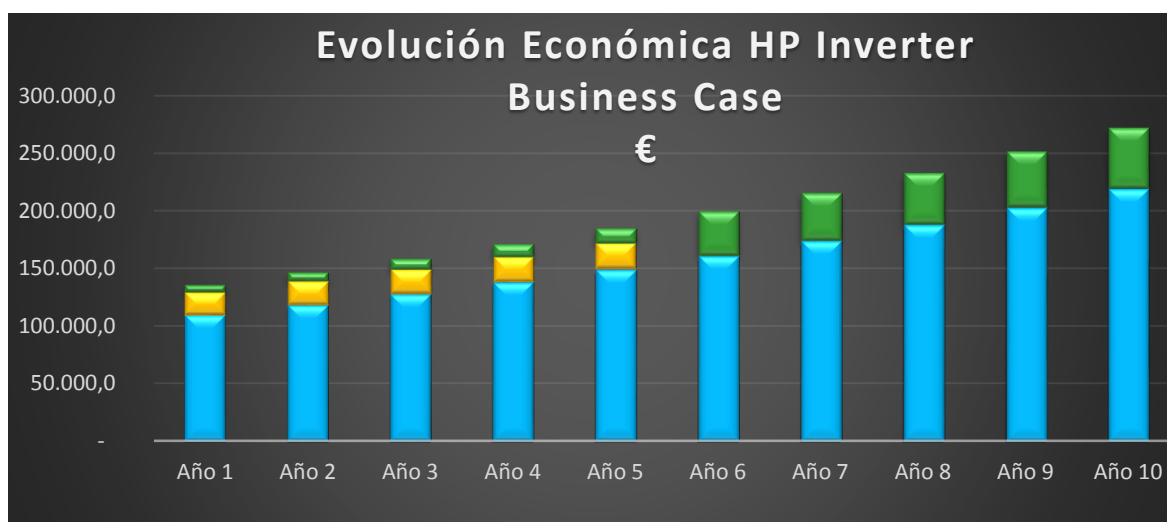
Gráfica 2.22 Ahorro Energético Sistema Inverter HP

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **123 toneladas de CO2**.



Gráfica 2.23 Ahorro en Co2 en HP Inverter

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack aproximado de 3.7 años.



Gráfica 2.24 Evolución Económica HP Inverter

Business Case 1.9 Sustitución de máquina R-22 por Sistemas Inverter

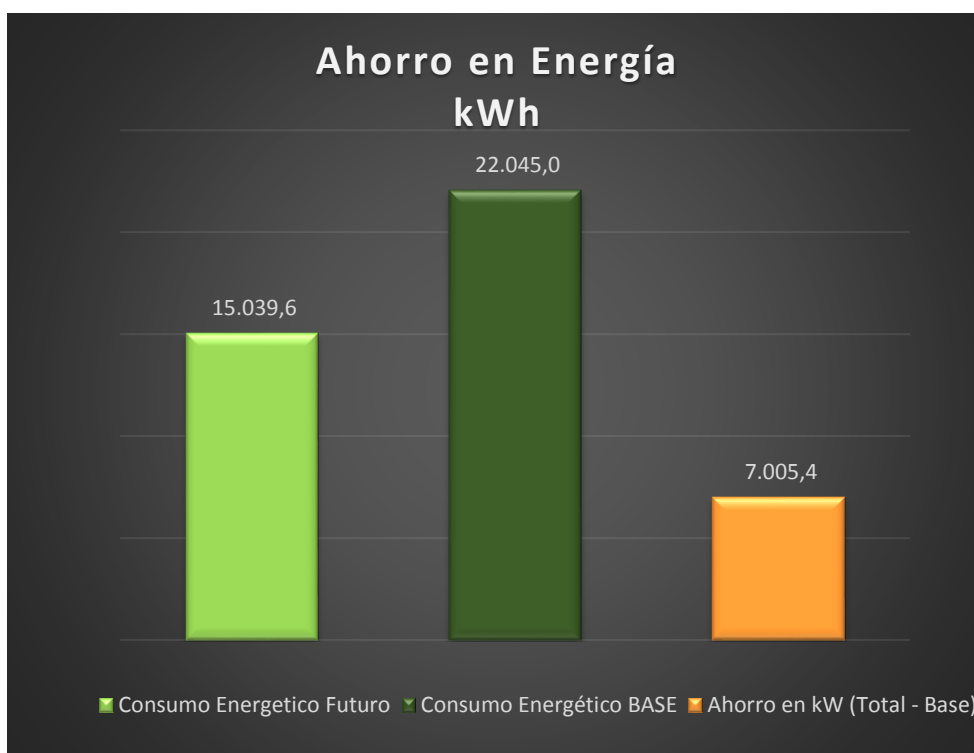
El objetivo de esta MAE es la sustitución de un equipo de climatización por un Sistema Inverter. El consumo anterior de aplicar la MAE era elevado y como el factor de carga era pequeño se realizaron revisión de hábitos de consumo.

En la tabla 2.9 se puede observar el consumo antes y después de aplicar la MAE.

Sistema Inverter	Inicio	Futuro
Energía Consumida(Kwh)	854689	665187

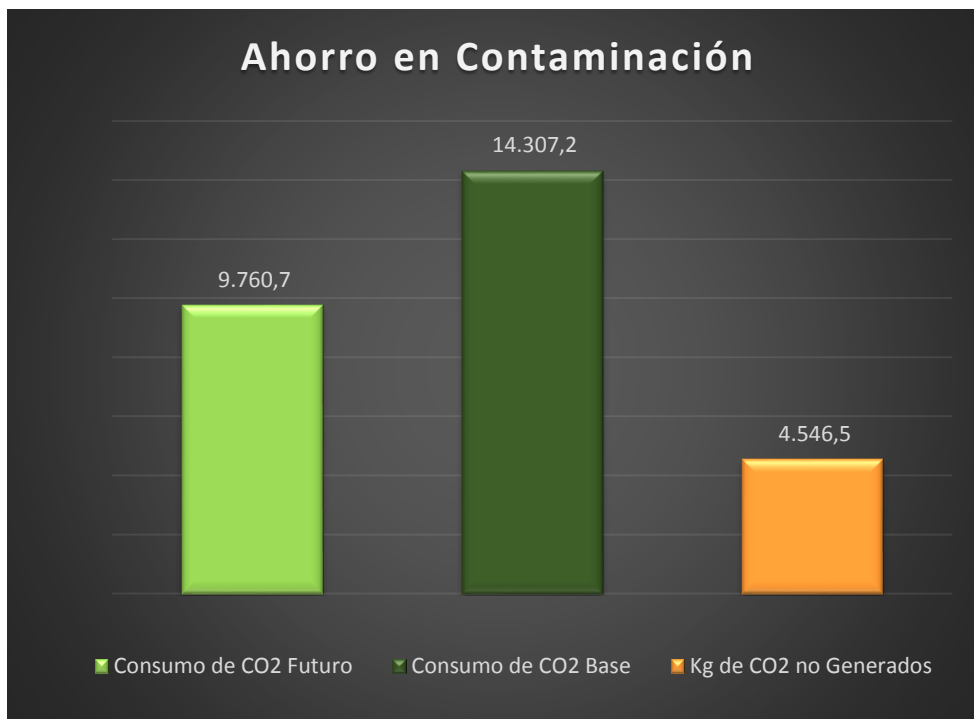
Tabla 2.9 Datos Business Case Inverter Bankia

Como resultado, tras instalar los sistemas Inverter el consumo eléctrico ha sido reducido en un 32 %.



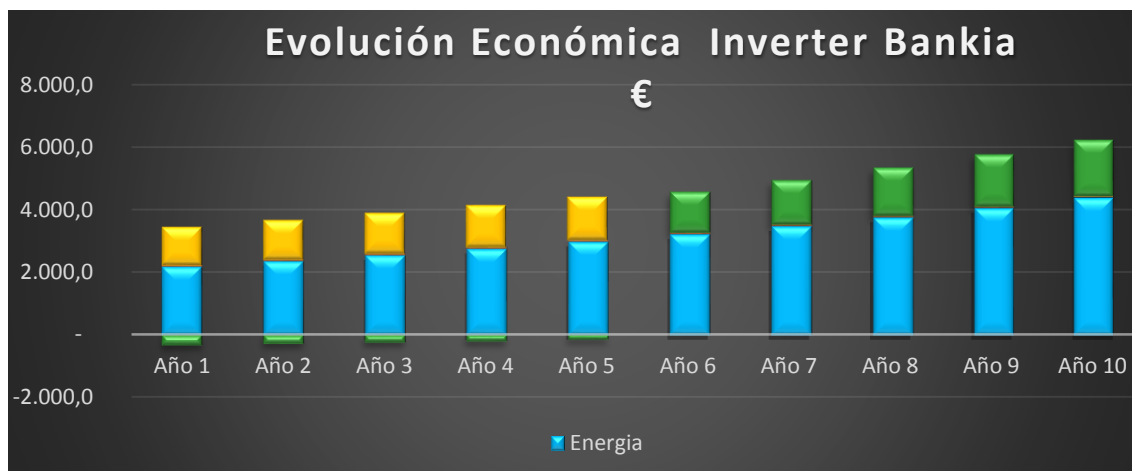
Gráfica 2.25 Ahorro Energético Inverter Bankia

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **4.5 toneladas de CO2**.



Gráfica 2.26 Ahorro en Co2 en HP Inverter

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack aproximado de 6,6 años.



Gráfica 2.27 Evolución Económica Inverter Bankia

2.1.6. COMPENSACION REACTIVA. BUSINESS CASE 1.10

Compensación de Reactiva con instalación de Baterías de Condensadores.

En el triángulo de potencias tradicional, el Cos de ϕ es el coseno del ángulo ϕ que forman la potencia activa P y la aparente S. En un sistema de corriente alterna con ondas senoidales, la descomposición de la potencia aparente en la suma de dos vectores da como resultado un triángulo rectángulo en el que las componentes se encuentran en los ejes de los números reales e imaginarios.

$$\cos(\phi) = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (1.9.1)$$

El Factor de Potencia solo depende de las Potencias Activa P y Reactiva Q.

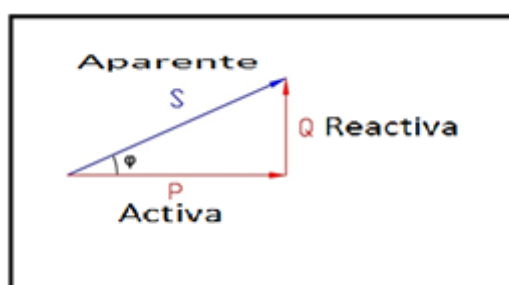


Figura 2.6 Triángulo de Potencias

En una instalación donde la potencia contratada supera los 15 kW por normativa si la instalación requiere la demanda de energía de carácter inductivo ésta se penalizará por ese exceso que descompensa la instalación eléctrica.

De esta manera aumentan los costes en las facturas eléctricas por esa penalización al generar potencia reactiva, y de la misma manera surgen inconvenientes como la pérdida de potencia en la instalación, caídas de tensión que perjudican los procesos dejando los transformadores más recargados provocando sobrecargas en las líneas transformadoras y generadoras. El resultado es un trabajo no útil.

Antes de la compensación de reactiva mediante la instalación de baterías de condensadores, se refleja una instalación con las siguientes características:

- Existe un consumo alto de kVArh en la instalación sin compensar.
- Se tiene una potencia aparente significativamente superior a la demanda de kW.
- Hay un consumo de kWh mayor por las pérdidas.
- La instalación está sobredimensionada.
- El transformador está sobrecargado.

Una instalación con Energía Reactiva hace que los equipos generadores trabajen a un régimen mayor del necesario. Con los avances de nuestra sociedad, el factor de potencia cada vez más obtiene valores peores por lo que un factor de potencia bajo comparado con otro mayor, origina para una misma potencia, una mayor demanda de corriente.

Una carga inductiva (IL) con un factor de potencia bajo, hace que los generadores y sistemas de alimentación entreguen reactiva a la red, retrasando 90 grados la forma de onda de la tensión del sistema.

Si se compensa el sistema con la instalación de baterías de condensadores, se está igualando la potencia aparente con la activa, es decir, lo que entra al sistema es igual a lo que sale, obteniendo un trabajo útil.

Esta compensación es la incorporación de baterías de condensadores, en la que su corriente reactiva capacitiva (IC) recorre la misma trayectoria que la corriente reactiva inductiva. Como esta corriente capacitiva (que desfasa la tensión en 90 grados) está en oposición a la corriente reactiva de la carga (IL), las dos se anularán evitando el flujo de reactiva en el sistema.

La potencia reactiva capacitiva de la batería de condensadores debe ser:

$$Q_c = \text{Potencia del elemento a compensar}(tg\phi_i - tg\phi_f) \quad (1.9.2)$$



Por lo tanto se obtiene una instalación compensada donde el consumo de kVArh se reduce e incluso se llega a eliminar, la potencia se ajusta a la demanda y el transformador deja de estar sobrecargado. A demás surge la disponibilidad adicional de permitir añadir más receptores.

En definitiva la batería de condensadores suprime esas penalizaciones que aparecen en el momento en el que se supera el 33 % de energía activa consumida, en concepto de reactiva. Esto genera un ahorro considerable que se ve directamente reflejado en la factura eléctrica.

Las baterías de condensadores están compuestas de condensadores trifásicos que se conectan y desconectan según las compensaciones de reactiva. Los condensadores están conectados en paralelo a las cargas problemáticas sometidos a la tensión de la instalación.

Cuando se conectan, la diferencia de potencial entre cada una de las fases hace que la corriente fluya a través de él y ocurra la compensación. Eléctricamente existe uno, que es la resultante de la suma de las capacidades de todos, por cada una de las fases.

Las baterías de condensadores se conectan en triángulo por una mera razón y es que aunque las conexiones son más complejas y laboriosas que al conectarla en estrella, en una batería, lo más caro es la materia prima, y al conectarlas en triángulo, al estar sometiendo una alta tensión, hace que soporten una menor corriente.

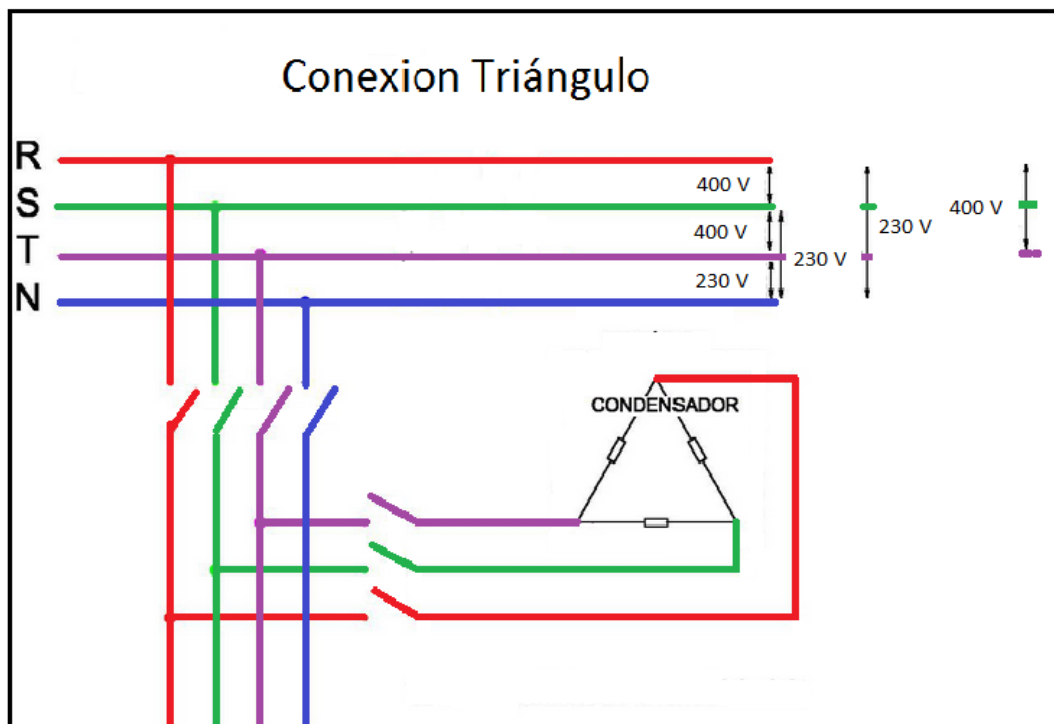


Figura 2.7 Conexión Condensador trifásico

Cuanto menor es la corriente, menor tiene que ser la cantidad de Zinc utilizada al existir menos pérdidas por el efecto Joule. La potencia calorífica perdida en forma de calor viene dada por P . Estas pérdidas dependen directamente del cuadrado de la corriente y de la resistencia del material según la siguiente expresión:

$$P = I^2 * R \quad (1.9.3)$$

Así se demuestra que por cada 2 Amperios de corriente que se reduzcan, las pérdidas se dividirán por 4.

Resumen de la Medida de Ahorro Energética.

- Aumenta la capacidad de las líneas y transformadores instalados.
- Mejora la tensión de la red.
- Disminuyen las pérdidas de energía.
- Consigue una reducción en el coste global de la energía.

Business Case 1.10 Instalación de Baterías de Condensadores

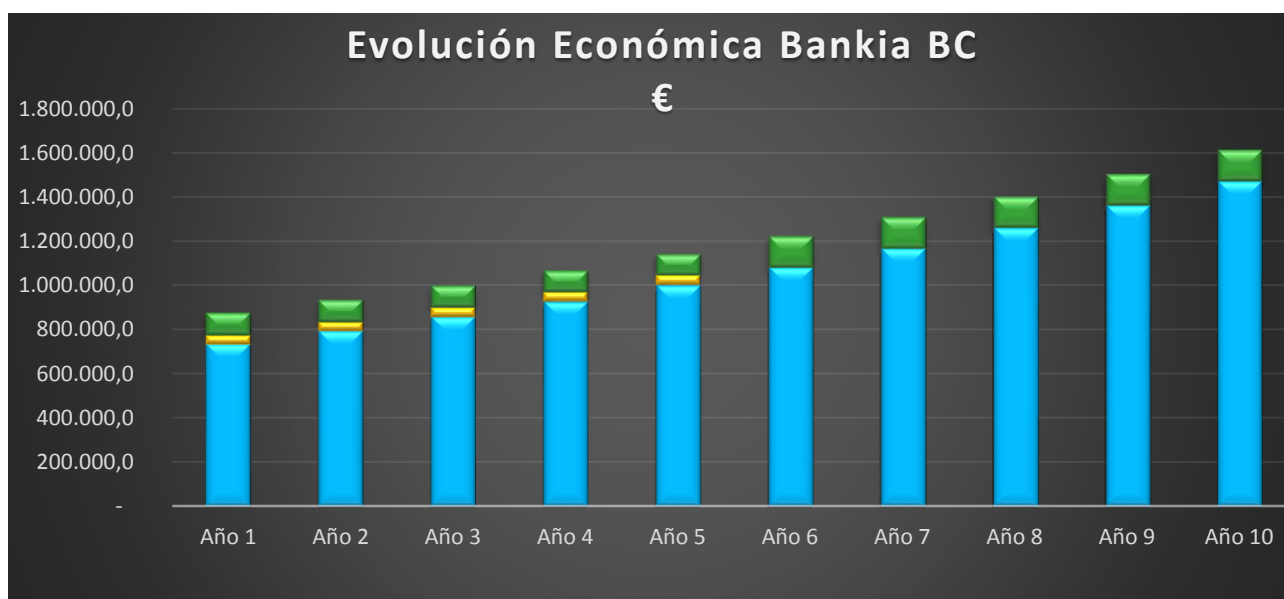
El objetivo de esta MAE es la instalación de baterías de condensadores para la eliminación de reactiva y por lo tanto disminuir en la factura eléctrica. El consumo anterior de aplicar la MAE era elevado inyectando reactiva a la red. El horario de uso está establecido en 7 horas semanales durante 270 días al año.

En la tabla 2.10 se puede observar el consumo de reactiva después de aplicar la MAE.

Baterías de Condensadores	Reactiva Compensada	Penalización Ahorrada
150 (un)	3455263,8 (Kwh)	143566 (€)

Tabla 2.10 Datos Business Case Baterías Condensadores

Como resultado, las baterías de Condensadores han creado un ahorro económico considerable. Se amortiza la inversión con un PayBack aproximado de 1,4 años.



Gráfica 2.28 Evolución Económica Baterías de Condensadores

2.1.7. MONITORIZACION BASICA. BUSINESS CASE 1.11

El proceso de monitorización de consumos permite demostrar sin necesidad de realizar inversiones complementarias, reducir el consumo de energía de forma relevante.

Lógicamente la reducción de consumo de energía depende del consumo de partida que el punto de suministro tenga en el momento de iniciar la monitorización.

El concepto básico es poder medir cada uno de los principales puntos de consumo energético con una monitorización básica que disponga de los elementos que entendemos como imprescindibles para el control.

Elementos imprescindibles de control:

- Analizador general o parcial de Red.
- Pinza Amperimétrica.
- Convertidor Pasarela y concentrador señales.
- Sonda de Temperatura exterior e interior.

Para la transmisión de los datos al control centralizado será necesaria una Red de Comunicación externa para la adquisición y transmisión de los datos de forma automática. Acerca del programa de gestión energético, las principales características del Programa son:

- Parametrización remota de los equipos.
- Visualización de parámetros en tiempo real.
- Registre de históricos.
- Visualización de históricos mediante tablas y gráficos.
- Impresión de gráficos y tablas.
- Módulo de alarmas.
- Construcción de pantallas personalizadas.

A través del ordenador central se puede acceder a los datos de interés, se permite gestionar las alarmas de manera individual, a la vez se puede acceder a las gráficas de



consumo de cualquier centro y permite controlar las facturas como los datos de consumos instantáneos.

Estudio Energético

- El escenario principal trata de una instalación sin monitorización con una factura importante y un desconocimiento general de donde proviene ese consumo.
- Como escenario final se ve reducido el consumo al implementar un sistema de monitorización básico. Como reflejo del estudio se corrigen los fallos que provocaban el consumo energético excesivo.

Business Case 1.11 Monitorización Oficina Bancaria

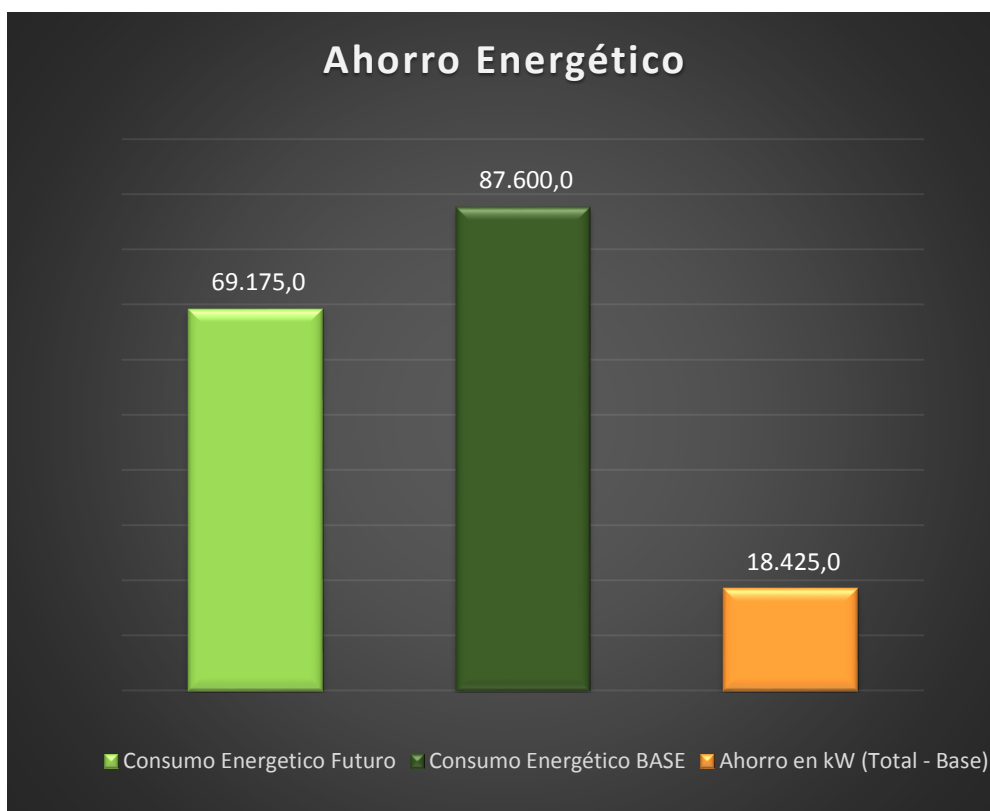
El objetivo de esta MAE es la monitorización de una oficina bancaria. El consumo anterior de aplicar la MAE era elevado inyectando reactiva a la red. El horario de uso está establecido en 7 horas semanales durante 270 días al año.

En la tabla 2.11 se puede observar el ahorro de reactiva después de aplicar la MAE.

Monitorización	Inicio	Futuro
Consumo Energía kWh	87600	69175

Tabla 2.11 Datos Business Case Monitorización

Como resultado, tras instalar la Monitorización el consumo eléctrico ha sido reducido en un 21 %.



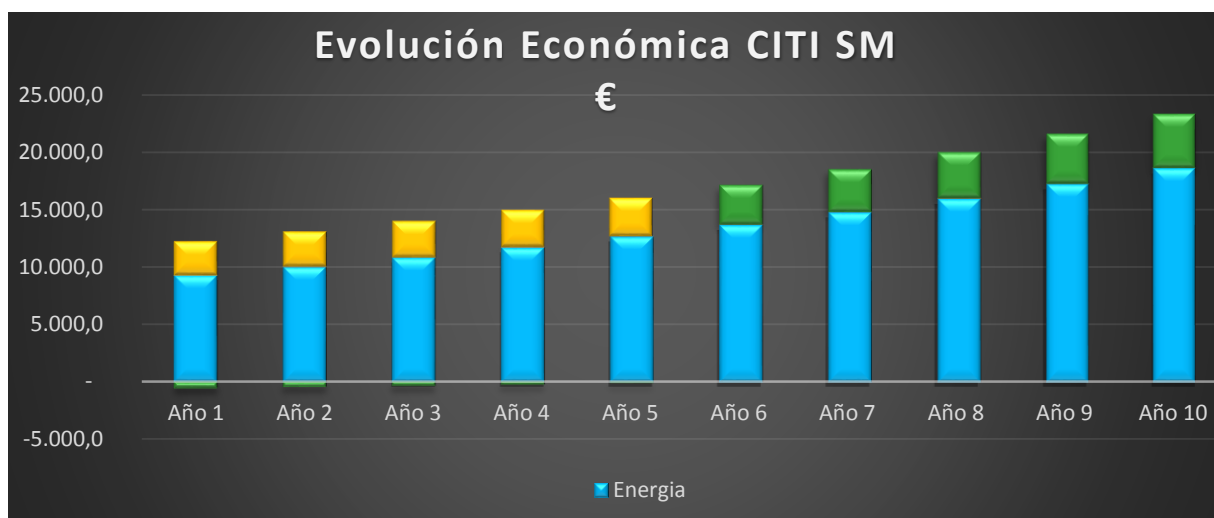
Gráfica 2.29 Ahorro Energético Monitorización CITI

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **12 toneladas de CO2**.



Gráfica 2.30 Ahorro en Co2 Monitorización CITI

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack aproximado de 3 años.



Gráfica 2.31 Evolución Económica Monitorización CITI



2.2. MAE'S GAS

CALDERA GAS NATURAL

El Gas Natural es un combustible limpio que facilita el cumplimiento de exigentes normas ambientales. Una de las ventajas que tiene respecto a otros combustibles fósiles es la baja contaminación atmosférica. Los gases de combustión del gas natural carecen prácticamente de partículas. Se trata de un combustible con un contenido de carbono más reducido, por lo que en el proceso de combustión emitirá a la atmosfera una cantidad bastante más pequeña de CO_2 por energía producida en comparación con el resto de combustibles fósiles.

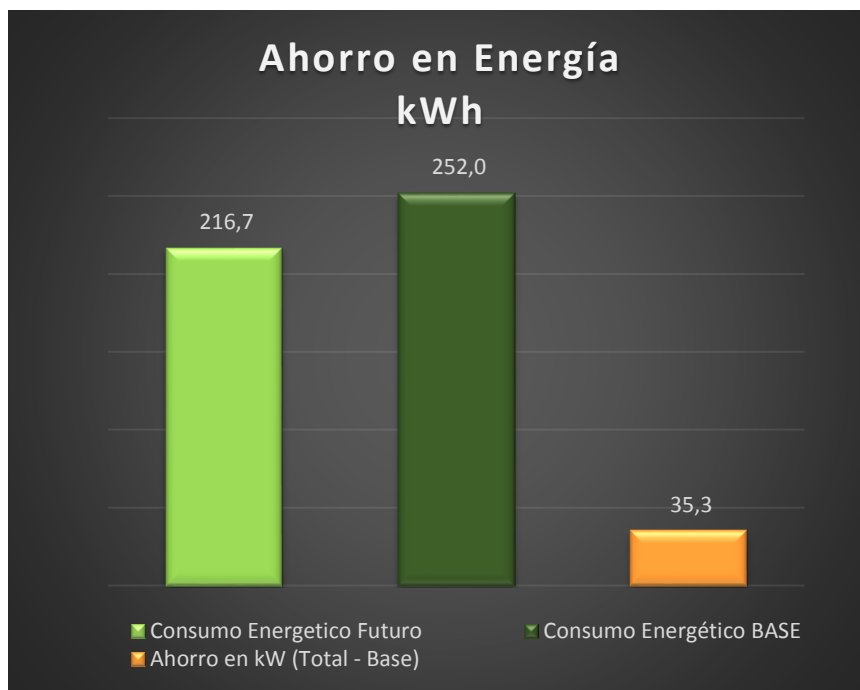
El gas natural tiene un menor nivel de emisión de compuestos orgánicos volátiles. Prácticamente no tiene compuestos de azufre y al mismo tiempo se disminuye la formación de óxidos de azufre en la atmósfera que con la lluvia generaría la conocida lluvia ácida.

Esta medida de ahorro energético pretende la utilización de un combustible con un poder calorífico superior al existente, que a su vez tiene una menor concentración de impurezas y una generación de gases de efecto invernadero con un impacto mucho menor.

Además presenta características económicas que hacen que sea un combustible muy rentable. No solo el coste del gas natural es menor sino que a la vez, se produce un consumo más reducido al tener un rendimiento mayor estos equipos. Todo conlleva una reducción de costes de mantenimiento en equipos de combustión derivando en un aumento de la vida útil de los mismos.

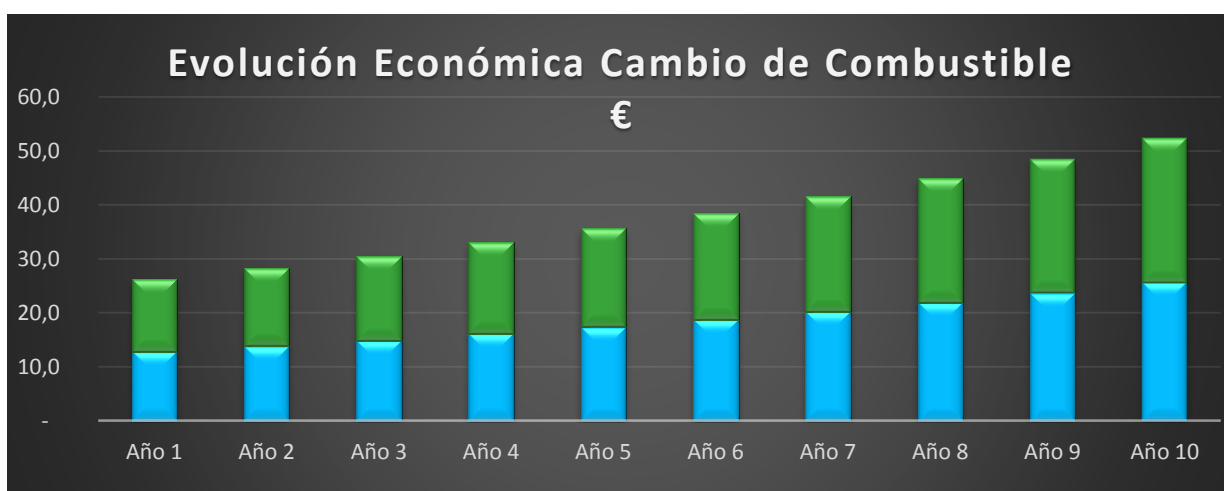
2.2.1. BUSINESS CASE 2.1.

El objetivo de esta MAE es el cambio de combustible. El ahorro energético obtenido es de un 15 %.



Gráfica 2.32 Ahorro Energético Cambio de Combustible

El ahorro se obtiene directamente al cambiar de combustible ya que es más económico, obteniendo una reducción en la factura y disminuyendo el impacto de Co2.



Gráfica 2.33 Evolución Económica Cambio de Combustible

2.2.2. CALDERA DE CONDENSACION

A diferencia de las calderas tradicionales, que envían su energía térmica a la atmósfera, las calderas de condensación incorporan un condensador exterior que recupera parte del calor latente de los humos. En la atmósfera, los hidrocarburos tras la combustión generan dióxido de carbono y agua en estado gaseoso. Al condensarla, el calor latente de los gases producidos se reutiliza para calentar el agua, de esta manera, los gases salen a una temperatura más baja ya que el calor ha sido reaprovechado.

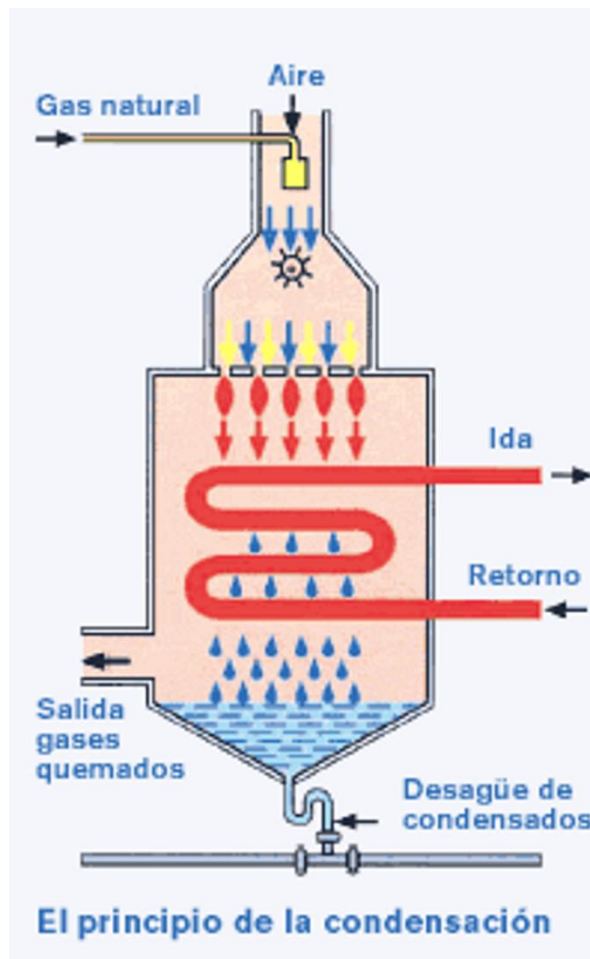


Figura 2.8 Caldera de condensación

La ventaja de estas calderas es su elevado rendimiento térmico de generación de calor.

El rendimiento de una caldera estándar a carga parcial es inferior a su rendimiento a plena carga, sin embargo, el rendimiento a carga parcial de una caldera de condensación es superior a su rendimiento a plena carga.

En la siguiente tabla se pueden observar esta característica.

Caldera	Plena Carga (100%)	Carga Parcial (30%)
Tradicional	86,87,88	83,85,86
Condensación	92,92.7,93	98,98.7,99

Tabla 2.12 Rendimientos Calderas

BUSINESS CASE 2.2.

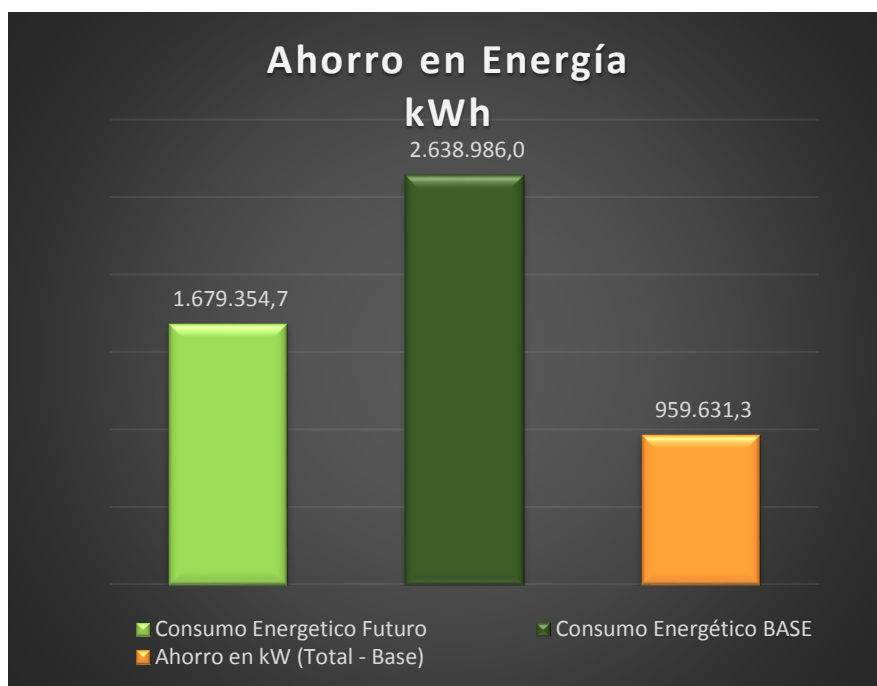
El objetivo de esta MAE es cambiar calderas tradicionales por calderas de condensación de alto rendimiento. El ámbito de estudio es un edificio universitario con un horario de funcionamiento al día de 16 horas durante 290 días al año.

En la tabla siguiente se puede observar el consumo antes y después de aplicar la MAE.

Calderas Condensación	Inicio	Futuro
Energía Consumida (kWh)	2638986	1679354,7

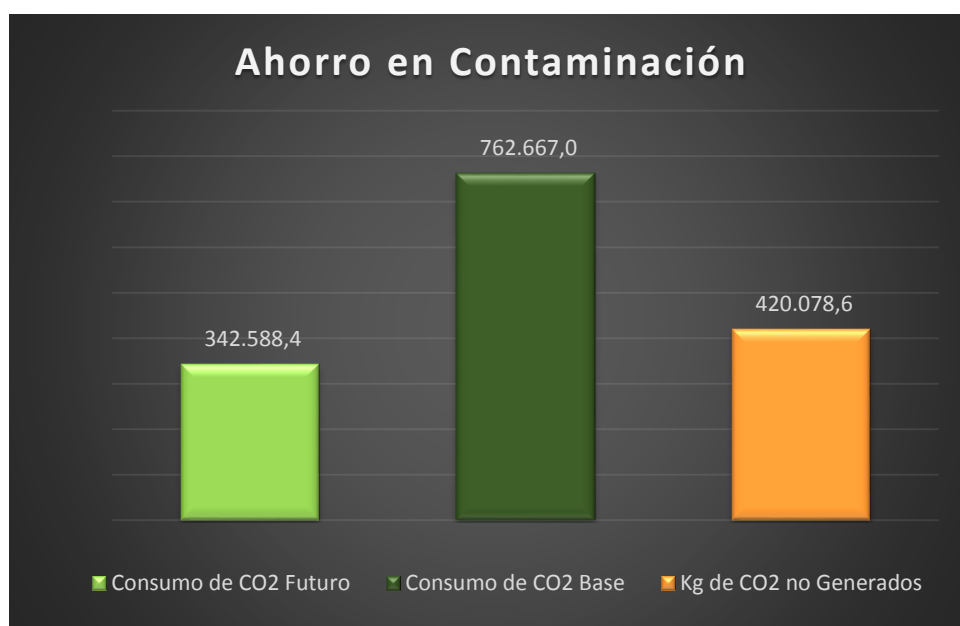
Tabla 2.13 Datos Business Case Caldera Condensación

Como resultado al aplicar el cambio de caldera se ha obtenido un ahorro energético del 36 %.



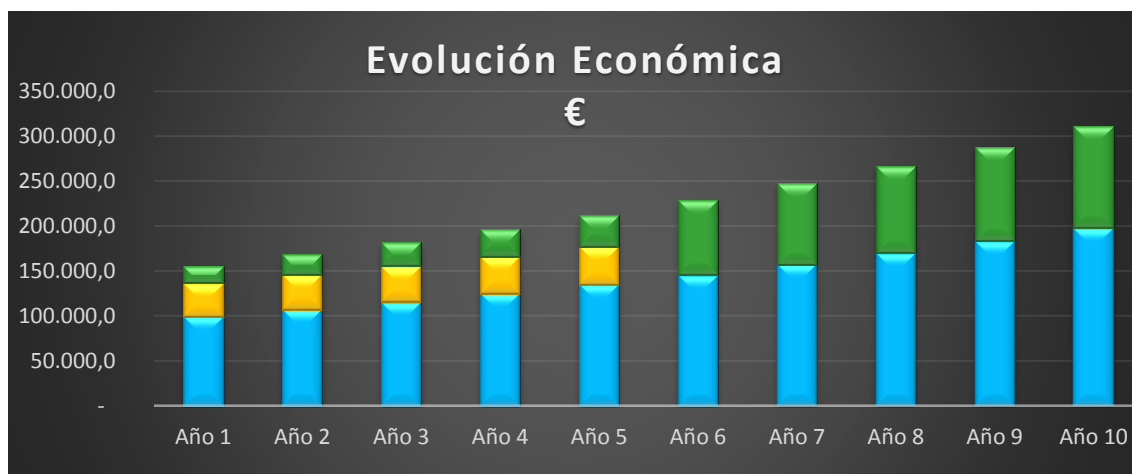
Gráfica 2.34 Ahorro Energético Caldera de Condensación

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **420 toneladas de CO2.**



Gráfica 2.35 Ahorro en Co2 Caldera de Condensación

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack aproximado de 3,3 años.



Gráfica 2.36 Evolución Económica Caldera de Condensación

2.2.3. PLACAS SOLARES ACS

En lugar de una instalación tradicional para Agua Caliente Sanitaria existe una alternativa más eficiente para el mismo fin con la posibilidad de realizar una instalación de paneles solares. La instalación consiste en la colocación de unos colectores solares de tubos de vacío. Estos absorben la radiación solar durante el día.

La radiación solar que incide en la superficie útil del captador depende de su situación respecto del Sol, por tanto conviene situar este de forma que a lo largo del período de captación aproveche al máximo la radiación solar incidente.

Los colectores se orientarán hacia el sur geográfico normalmente, que dependiendo de la ubicación correcta se inclinarán los grados correspondientes con la desviación exacta.

Se recomienda que la distancia de los captadores con objetos cercanos sea tal que permita garantizar un máximo de 4 horas de sol entorno al mediodía del solsticio de invierno. Con la ayuda de unos módulos hidráulicos se transporta el agua hasta el acumulador donde se almacena para poder distribuirlo y cubrir las necesidades de ACS.



Figura 2.9 Colectores Solares ACS

La energía solar es efectiva, no genera ruido, no contamina y evita la explotación ayudando a proteger el planeta. Lo mejor es que cuanto más aumenta el precio del petróleo y del gas, mayor es el ahorro.

A parte de mantener los costes de energía crea una independencia con respecto al proveedor de energía común. Esto hace que seamos más eficientes energéticamente hablando.

BUSINESS CASE 2.3

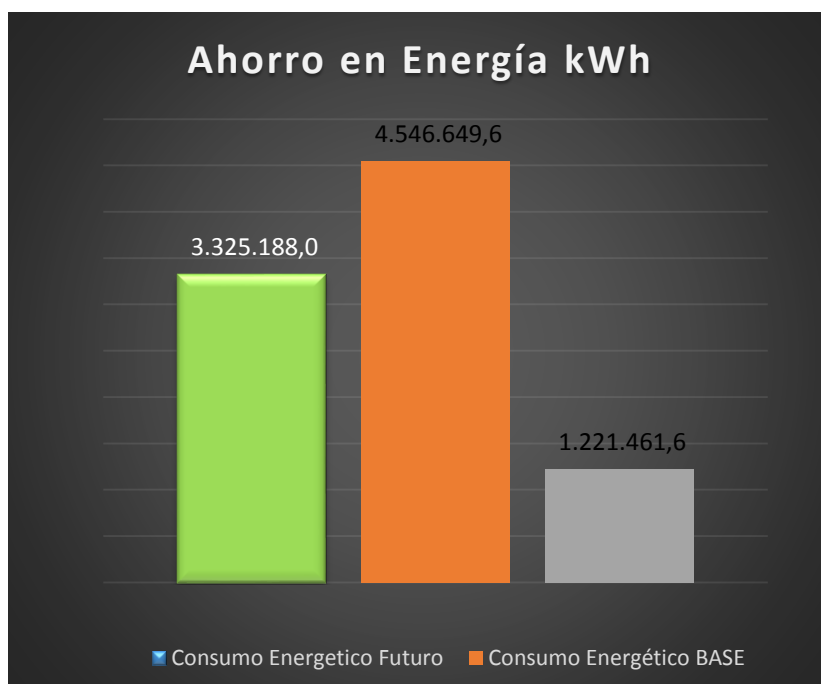
El objetivo de esta MAE es la sustitución de calderas para el consumo de ACS por Placas Solares para el consumo de Agua Caliente Sanitaria. Se dispondrán de 3 filas de 6 colectores con desviación de 5.0 ° (W). El consumo medio diario es de 8000 litros.

El ámbito de estudio es de 16 horas de funcionamiento durante 270 días. El consumo antes y después de instalar los colectores se puede observar en la siguiente tabla.

Placas ACS	Inicio	Futuro
Energía Consumida (kWh)	4546649,6	3325188

Tabla 2.14 Datos Business Case ACS

Como resultado de aplicar la MAE se ha obtenido un ahorro energético del 27 %.



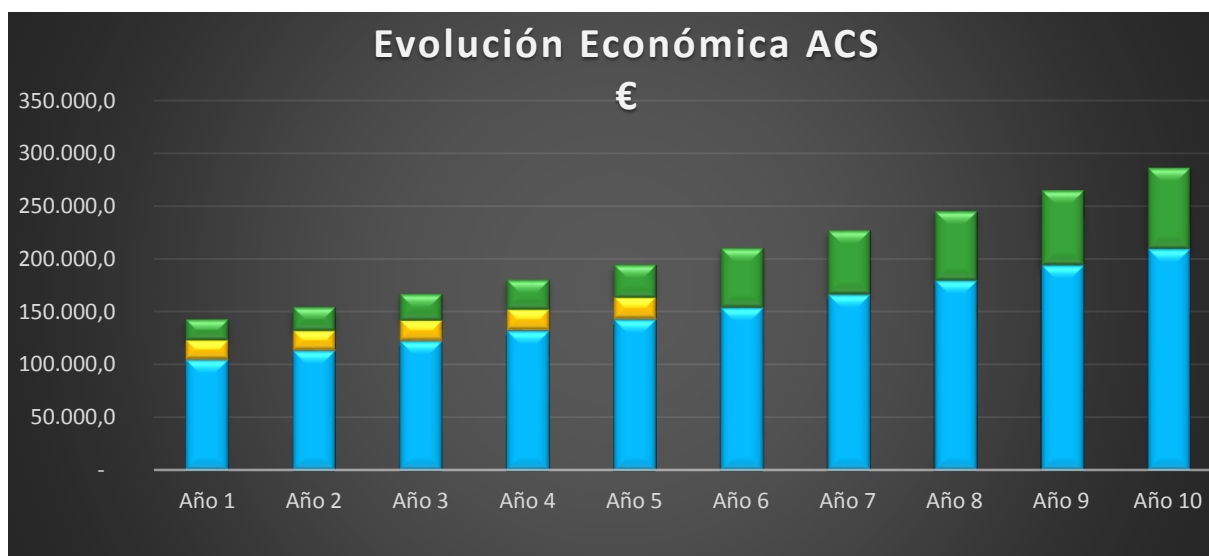
Gráfica 2.37 Ahorro Energético ACS

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **790 toneladas de CO2**.



Gráfica 2.38 Ahorro en Co2 ACS

Con el ahorro energético generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack aproximado de 2,3 años.



Gráfica 2.39 Evolución Económica ACS

2.3. MAE'S AGUA

El consumo de Agua en España es de 120 litros por persona/día, elevado con respecto a la media mundial. Un pequeño porcentaje de la electricidad va destinada a ese gasto que conlleva el ciclo urbano del agua. Eso hace que en teoría consumamos mucho más.

Las necesidades energéticas para el tratamiento de potabilización del agua surgen del mal estado del agua por lo que se intenta una recuperación de la energía en las EDAR. Si se suma el coste por distribución y el de transporte del agua residual se genera un gasto que añadido al ciclo urbano empieza a ser considerable.

Por otro lado en el transporte se genera un gasto que surge del crecimiento de la población y del crecimiento económico.

Nos estamos dirigiendo hacia una energía intensiva con lo que surgen nuevas normas cada vez más estrictas en el tratamiento de agua y de las aguas residuales.

Los combustibles demandarán más agua con el paso del tiempo y la manera en que se definen las políticas es diferente para agua y energía. Con lo que se ha de incrementar la inversión en la investigación relacionada con el agua dirigiéndola hacia la bioenergía con materias primas que no necesiten riesgo.

Hoy en día consumir agua implica consumir energía y estudios recientes demuestran que el impacto del ahorro energético derivado del ahorro hídrico sería dos veces mayor que el del propio ahorro energético.

Revisando la presurización en la cabecera de la red se evitaría un consumo excesivo de agua. La presurización en la cabecera de la red consta de una regulación del bombeo para aportar la energía mínima necesaria de tal manera que el equipo de bombeo trabaja en el entorno de su máximo rendimiento.

En el transporte a través de la red de distribución existe una pérdida de energía por fricción y una pérdida de energía por fugas en la red. Con lo que el total del agua inyectada es igual al agua consumida más el agua perdida.

El balance energético se ve influenciado por un lado por la energía aportada al embalse y la aportada por bombeo mientras que por otro lado se contrarresta por la

energía empleada en vencer la fricción, la energía saliente por consumos y la energía saliente por fugas.

Otro factor que influye en este peaje energético del agua urbana es la energía de presión de red desaprovechada al verter el agua en un depósito abierto a la atmósfera. Para edificios con un mismo número de plantas las pérdidas son menores si sólo existen aljibes altos que si existen aljibes para todas las plantas.

En definitiva surge la necesidad de alternativas de mejora energética como la inspección sistemática de la red con reparaciones inmediatas debido a las fugas existentes. Del mismo modo para la reducción de consumos se debe informar a los consumidores sobre medidas técnicas y educativas.

Otra manera de afrontar ahorros consiste en la reutilización de aguas grises y el aprovechamiento de aguas de lluvia en edificios. Debido al aumento de la población existe un descenso del agua potable extraíble. Este descenso hace que exista una situación claramente insostenible.

Las aguas provenientes de la lluvia junto con la que proviene de los desagües de bañeras, duchas y lavabos tiene un efecto a considerar junto con las residuales y fecales.

Para algunas funciones del día a día, no se requiere la calidad de un agua potable. Un jardín no tiene la necesidad de gastar agua potable ni tampoco la tienen los inodoros que utilizamos.

Tampoco existe una normativa clara y concisa de la UE sobre el aprovechamiento de aguas pluviales y grises en edificios.

Para el término de aguas grises como para las aguas pluviales, se deben excluir las aguas procedentes de cocinas, bidets, inodoros, lavadoras, lavavajillas y todo aquel proceso industrial con productos químicos contaminantes. Esta reutilización es aplicable a las cisternas de inodoros, también lo es posible para el riego de jardines privados junto con zonas verdes urbanas y baldeo de pavimentos urbanos.



Catálogo Genérico de MAE's

También pueden ser empleadas para el lavado doméstico de vehículos, para la limpieza de suelos y lavadoras especialmente diseñadas para operar con aguas pluviales tratadas.

Dicho esto hay que darse cuenta del papel crucial que juega el agua en nuestras vidas pudiendo reducir el consumo en un 60%.

2.3.1. CISTERNAS DUALES

Las cisternas duales son cisternas corrientes que poseen un objetivo. El ahorro de agua. Por cada vez que se tira de la cadena se desperdicia una cantidad de agua de media de 10 litros, las cisternas duales, de media consumen 4 litros. Si sumamos el continuo derroche al final del año, se acumulan muchos litros del bien máspreciado de la naturaleza.

Dependiendo de las variedades de cisternas existen diferentes modelos, todos ellos asemejándose a la disposición de dos pulsadores, uno más pequeño que el otro. El primero al presionarlo libera una cantidad de agua más pequeña que presionando el otro pulsador, lo cual nos facilita dos distintos tipos de uso, uno más económico que otro.



Figura 2.10 Cisterna Dual

BUSINESS CASE 3.1

El objetivo de esta MAE ha sido la reducción del consumo de agua tras la instalación de cisternas duales. El consumo antes y después de aplicar la MAE se puede observar en la siguiente tabla.

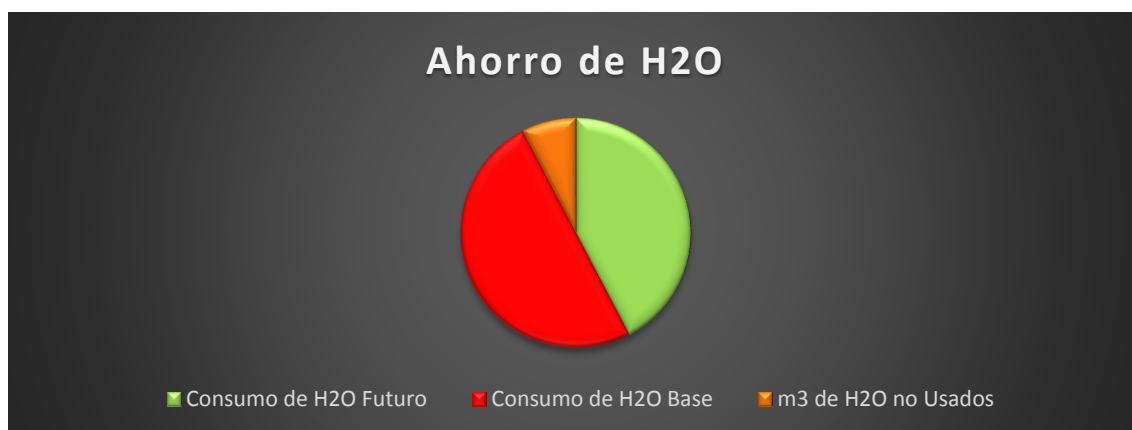
Se trata de un edificio con unos servicios comunes en el que albergan 19 cabinas individuales para su uso. El tránsito va variando dependiendo de los turnos establecidos reuniendo al final del día a más de 300 personas.

Cisternas Duales	Inicio	Futuro
Agua consumida (m3)	2871,42	2433,36

Tabla 2.15 Datos Business Case Cisternas Duales

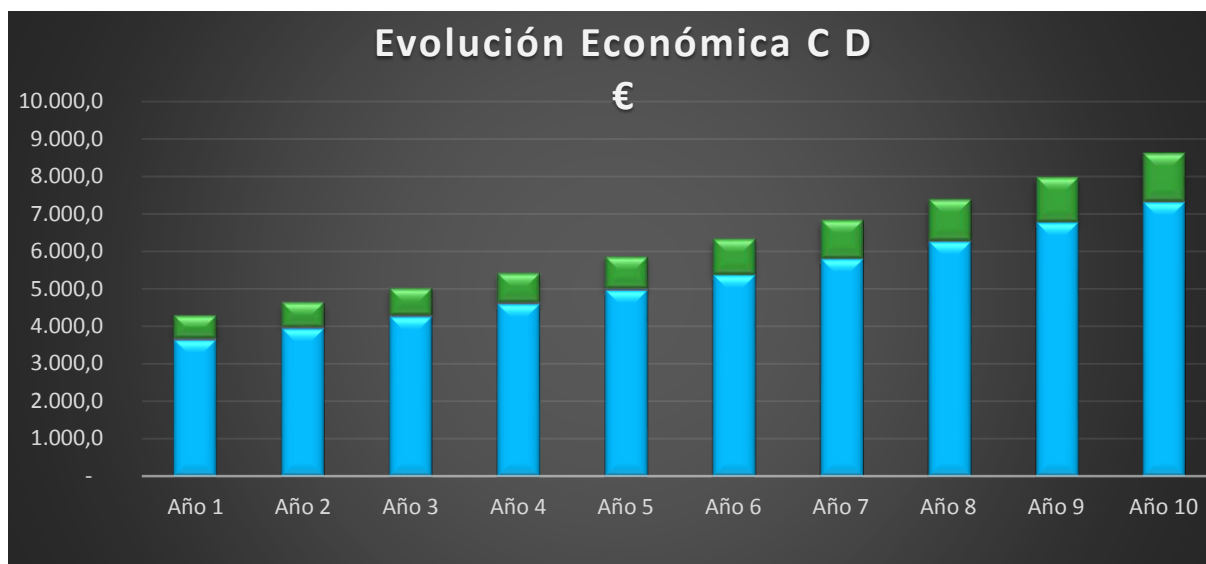
El ahorro de agua obtenido al instalar cisternas duales en las cabinas es del 15 %.

Un total de 438 m3 de Agua no utilizados.



Gráfica 2.40 Ahorro de Agua Cisternas Duales

Con el ahorro de agua generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack de menos de medio año.



Gráfica 2.41 Evolución Económica Cisternas Duales

2.3.2. PERLIZADORES

Los perlizadores o aireadores son dispositivos que añaden aire al flujo de agua que sale por un grifo aumentando el volumen del chorro generando un ahorro considerable de agua. Suelen ser de acero inoxidable o aleaciones de aluminio y algunas veces de latón cromado manteniendo constante el flujo de agua.

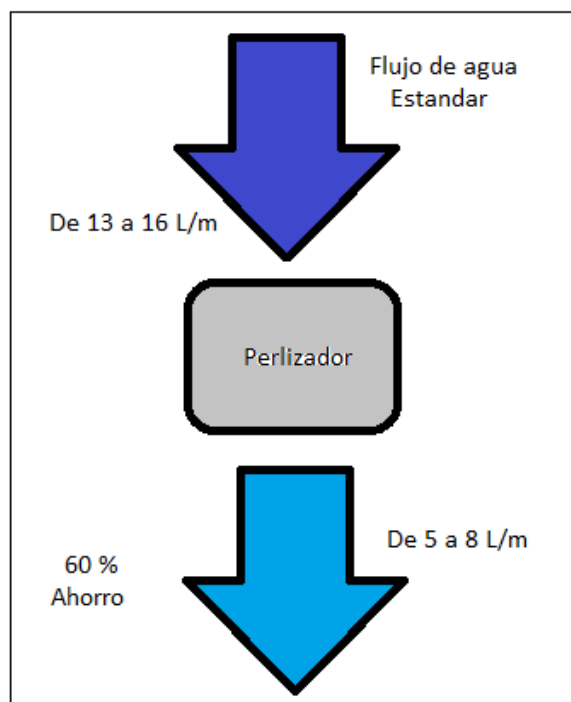


Figura 2.11 Esquema funcionamiento Perlizador

Para tener claro el principio de la MAE hay que tener en cuenta 4 factores fundamentales. El caudal, la duración del uso, la frecuencia del uso y el tiempo.

Al disminuir el caudal que pasa por el grifo se reduce directamente el consumo de agua. La duración del uso va a seguir siendo la misma, por lo que no afecta. Del mismo modo la frecuencia de usos no va a variar y el tiempo va a depender del uso que se le dé por lo que al calcular el ahorro, multiplicaremos el nuevo caudal, por la duración del uso, por el número de usos por los días que lo utilicemos:

$$\text{Ahorro} = \text{Caudal} * \text{Duración} * \text{Frecuencia} * \text{días} \quad (2.3.1)$$

BUSINESS CASE 3.2

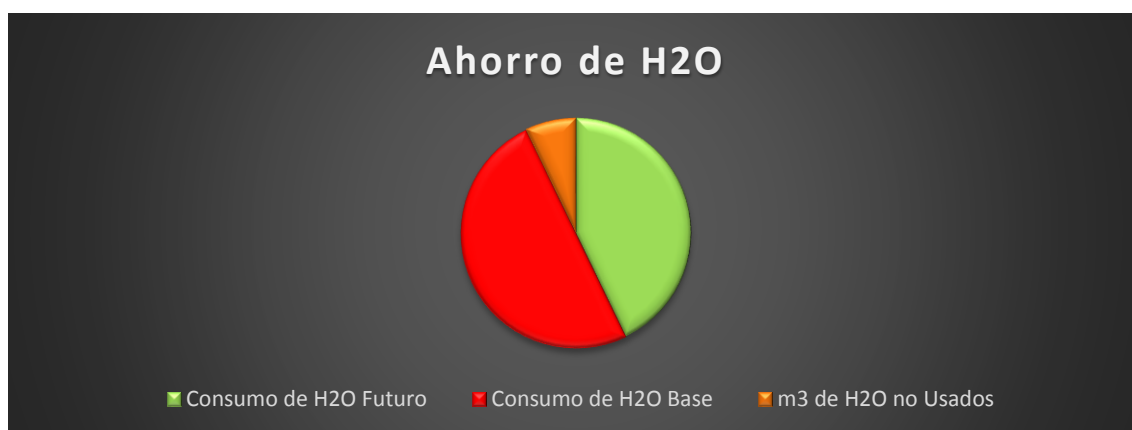
El objetivo de esta MAE ha sido la reducción del consumo de agua al instalar perlizadores en los 23 lavabos que dispone un servicio común en un edificio industrial con capacidad de alrededor de 350 personas. El consumo antes y después de aplicar la MAE se puede observar en la siguiente tabla.

Perlizadores	Inicio	Futuro
Agua consumida (m3)	2430	2086

Tabla 2.16 Datos Business Case Perlizadores

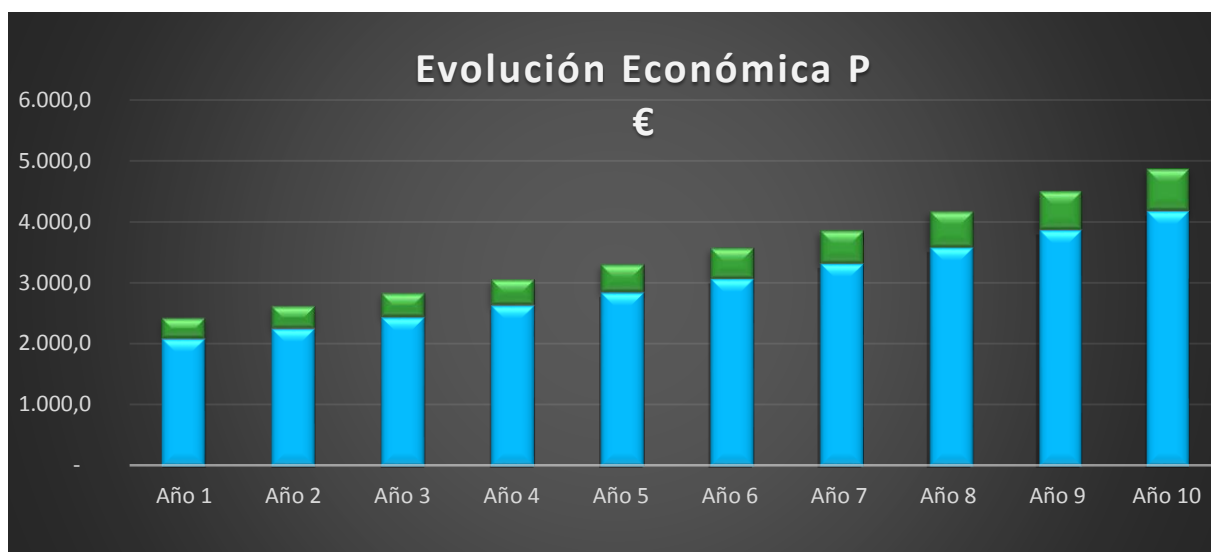
El ahorro de agua obtenido al instalar perlizadores en los grifos ha sido de un 14 %.

Un total de 346 m3 de Agua no utilizados.



Gráfica 2.42 Ahorro de Agua Perlizadores

Con el ahorro de agua generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack de menos de medio año.



Gráfica 2.43 Evolución Económica Perlizadores



Minimalista			Standar	
Macho	Hembra	Macho	Macho	Hembra
Escamoteado				
				
16x100	16x100	18x100	24x100	22x100

Figura 2.12 Tipos de Perlizador

2.3.3. GRIFERÍA TÉCNICA

La instalación de grifería técnica es lo mismo que decir instalación de grifos con sensores de presencia para el ahorro de agua. Estos grifos están diseñados para ahorrar agua en presencia de las manos. Al acercar o alejar las manos, el agua deja de salir maximizando su uso. Los grifos corrientes derrochan una cantidad importante de agua ya que al realizar nuestras necesidades el flujo es permanente. Lo que se reduce con estos sensores es la duración del uso, porque la frecuencia y el caudal sigue siendo el mismo.



Figura 2.13 Grifo Técnico

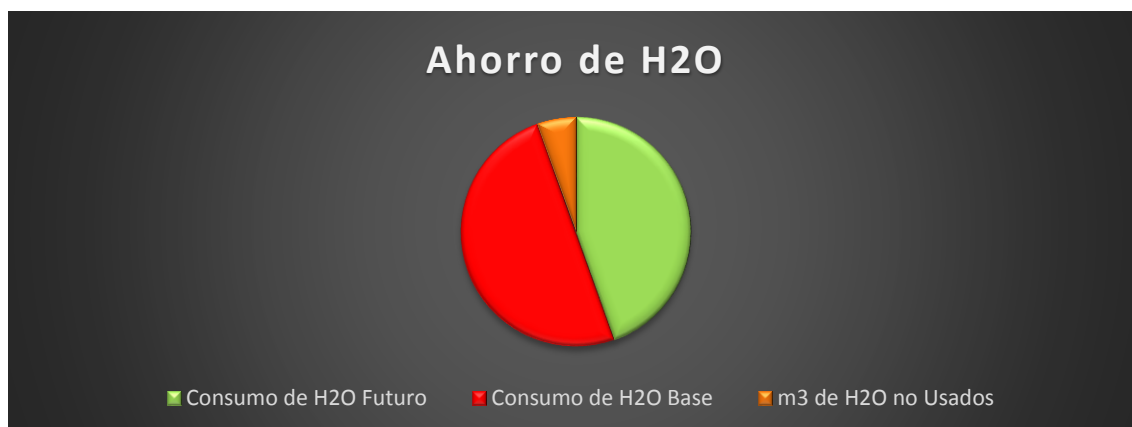
BUSINESS CASE 3.3

El objetivo de esta MAE ha sido la reducción del consumo de agua con la instalación de grifería técnica. El ámbito de estudio es un edificio con servicios comunes en los que existen sensores de presencia para generar un ahorro de agua. El consumo antes y después de aplicar la MAE se puede observar en la siguiente tabla.

Grifería Técnica	Inicio	Futuro
Agua consumida (m3)	2400	1860

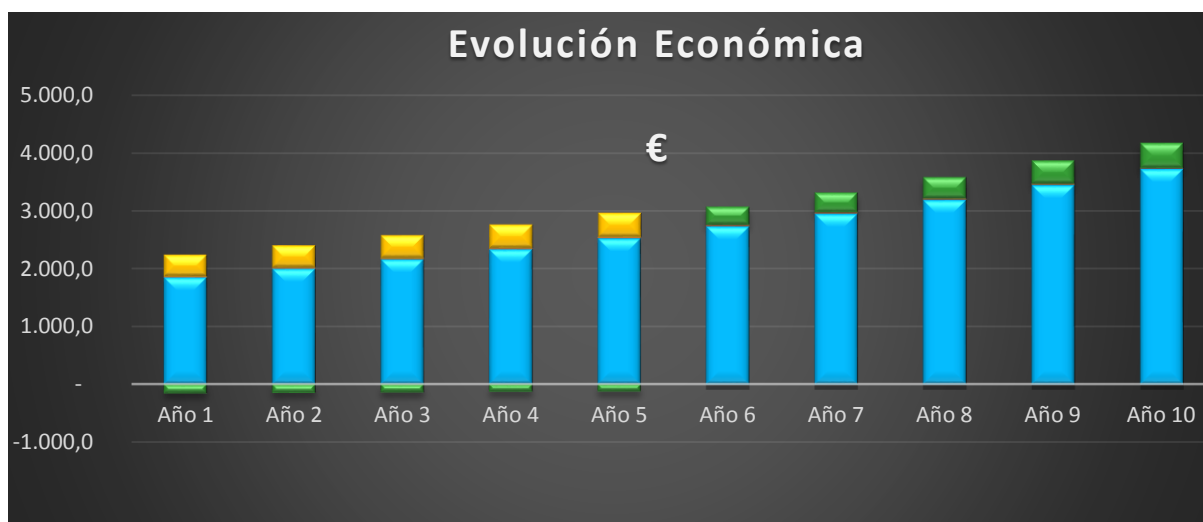
Tabla 2.17 Datos Business Case Grifería Técnica

El ahorro de agua obtenido al instalar grifería técnica ha sido de un 11 %. Un total de 226 m3 de Agua no utilizados.



Gráfica 2.44 Ahorro de Agua Grifería Técnica

Con el ahorro de agua generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack de 8 años.



Gráfica 2.45 Evolución Económica Grifería Técnica

2.4. MAE'S MIXTAS

En el momento que se realiza más de una MAE para un mismo business case se le denomina medida de ahorro mixta.

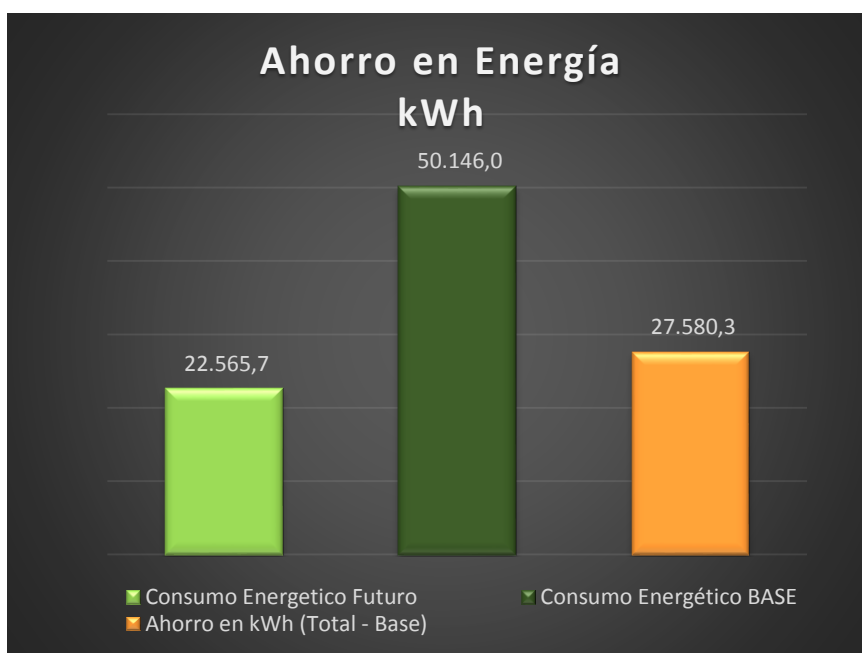
2.4.1. BUSINESS CASE 4.1. REMODELACION OFICINA BANCARIA

El objetivo de esta MAE ha sido la remodelación de una oficina bancaria. Se ha realizado una sustitución de climatización por equipos más eficientes y con altos rendimientos, se remodelan las luminarias por tecnología LED y se realizan cambios en ofimática. El ámbito de estudio es de 7 horas de media a la semana durante 270 días al año. El consumo antes y después de aplicar la MAE se puede observar en la siguiente tabla.

Modelación Oficina Bancaria	Inicio	Futuro
Energía Consumida (kWh)	50146	22565.7

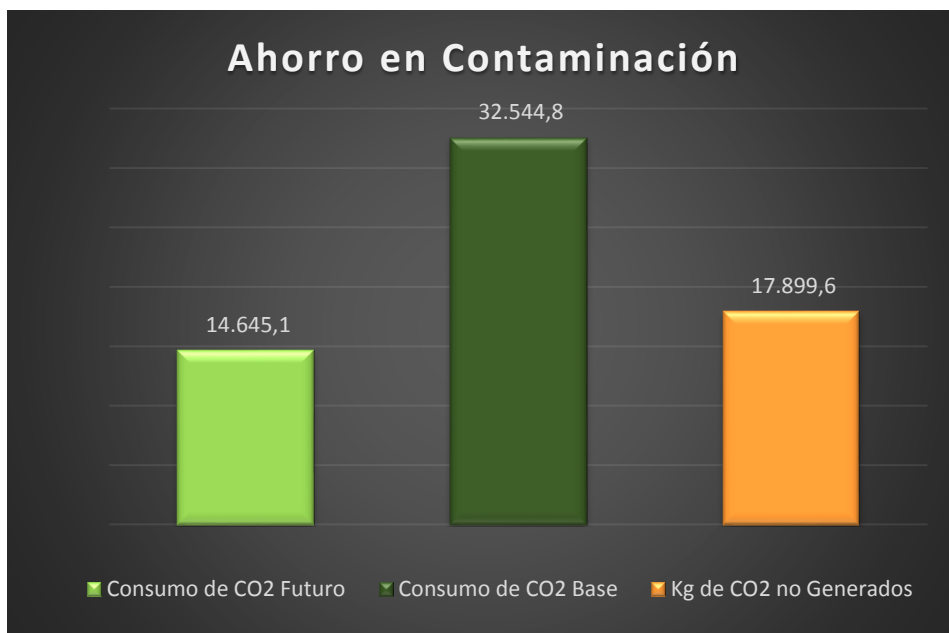
Tabla 2.18 Datos Business Case Oficina Bancaria Mixta

Como resultado, la remodelación de la oficina bancaria ha creado un ahorro energético del 55 %.



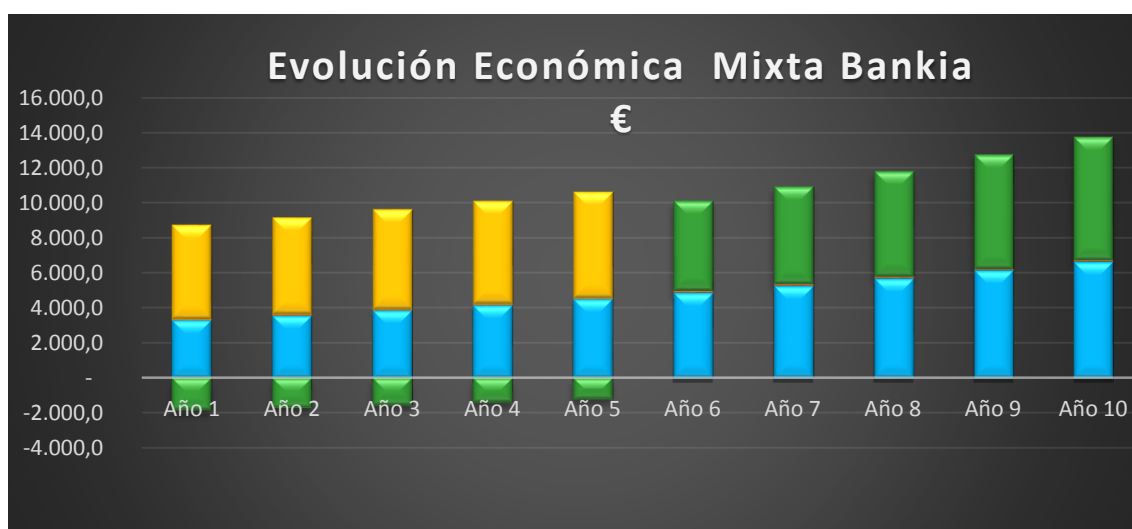
Gráfica 2.46 Ahorro Energético Oficina Bancaria Mixta

La cantidad de Co2 que se deja de emitir a la atmósfera es aproximadamente de **18 toneladas de CO2**.



Gráfica 2.47 Ahorro en Co2 Oficina Bancaria Mixta

Con el ahorro de agua generado por la MAE se amortiza la inversión con un PayBack de 7 años y medio.



Gráfica 2.48 Evolución Económica Oficina Bancaria Mixta



2.4.2. BUSINESS CASE 4.2. REMODELACION CAMPUS GETAFE

El objetivo de esta MAE ha sido la renovación de instalaciones, la sustitución de alumbrado poco eficiente y el control centralizado de encendidos. A demás de la instalación de Analizadores de Redes en los cuadros generales de todos los edificios.

Por otra parte se cambiaron seis calderas de la central térmica por otras de tecnología de condensación, que ofrecen un alto rendimiento.

El ahorro de energía en el campus tras aplicar la MAE ha sido de **5309703 kWh**. Llegando a alcanzar la cifra de 534821 € ahorrados.

En total se ha dejado de emitir a la atmósfera una cantidad de más de **1800 toneladas** de Co2, equivalente al Co2 absorbido por más de 96400 árboles.

3. MAE'S ZERO

Las MAE's Zero son pequeñas medidas de ahorro energético que poseen una característica muy particular al no tener inversión alguna o en su defecto una pequeña inversión y que a la vez resulta ser factible energéticamente.

Se trata de demostrar que mediante el uso de buenas prácticas, mejorando la limpieza, realizando una organización y siguiendo algunas pautas se puede generar un ahorro que a simple vista no se apreciaba.

En este apartado se contemplan 3 MAE's Zero

Xerojardinería



Un concepto diferente, innovador y destinado a la eficiencia energética que se basa en el ahorro de agua es la Xerojardinería el cual nos permite realizar paisajismo sin apenas utilizar agua. Los pilares en los que se basa la Xerojardinería son dos y están relacionados entre sí. La Adaptación al relieve y la limitación de la especie al clima.

Por un lado, la adaptación al relieve es fundamental, ya que se centra en aprovechar la situación geográfica para optimizar el consumo hídrico y así dejar de generar el derroche de agua que existe al realizar un uso racional. Con este modelo de ahorro se reúnen plantas autóctonas y de bajo consumo de agua que junto con una distribución de



origen orientativa y un perfecto emplazamiento buscando siempre las zonas más soleadas o en su defecto, según convenga, las menos iluminadas, permite con una decoración vegetal y natural al mismo tiempo del entorno generar un ahorro.

No solo se trata de hacer un uso racional del agua sino que además tiene un sentido ecológico el limitar la utilización constante de productos contaminantes que afectan el subsuelo. Un jardín diseñado y mantenido con este tipo de criterios por lo general puede generar un ahorro de agua del 75 %, una cuarta parte de lo que se gasta en un jardín convencional. No solo en agua reducimos nuestro consumo, también en disminución del gasto en productos fertilizantes e insecticidas, en mantenimiento por aumentar la vida útil de los equipos al disminuir el uso de cortacésped, y soplador, y la posibilidad de cambio en número de personal al incrementar el espacio tiempo de los empleados o la posibilidad de realizar otras tareas, siempre siendo lo más eficiente.

Por otro lado, la limitación de la especie al clima va a ir variando según la ubicación geográfica. Con esto se refiere a la no disponibilidad de elegir según criterios personales de decoración y gustos sino la posibilidad de elección dentro de un abanico de plantas y especies finitas según el clima al que estemos sometidos.

Especies de césped que gastan menos como la dichondra o trébol enano mezclado con el césped, genera un consumo menor, por lo que el agua de riego que se necesita es inferior. La última opción que puede complementar el deseo de incorporar hierba a los paisajes es la del césped artificial guardando la misma función, la de concepto visual y agradable.

Con todas estas ideas se puede organizar un Xerojardín de manera eficaz agrupando las especies según su demanda hídrica, planteando una zonificación de lo que se quiere implantar, eligiendo un suelo y un césped oportuno para que el incremento sostenible sea mayor.

Al fin y al cabo se trata de realizar una adaptación del proceso al clima para evitar el mínimo de costes de mantenimiento y gasto genérico sin dejar de satisfacer las buenas vistas y la perfecta estabilidad sostenible del ambiente.

	Agua (l/día)	Mantenimiento (€)	Personal (€)	Consumo
Jardín Convencional	500	Máquinas , fungicidas, insecticidas, aerosoles	Más personal para tenerlo atendido	Árboles : 9,5l/a Flores: 4,7l/m ² Césped: 7l/m ² Arbusto: 4,3l/m ²
Xerojardín	125	Simple, regulado, sostenible.	Sencillo, temporal.	P. Autóctonas: 1,8l/m ²
Beneficios Ahorro	Menor riego, menor consumo	Mejor planificación y dedicación. Mayor vida útil	Reducción de horarios, jornada, equipo.	75%

Tabla 3.1 Comparativa de consumos en tipos de Jardines.

Como se puede observar el césped convencional de hoja verde y fina tienen un elevado consumo por metro cuadrado que asciende alrededor de 7 litros/m². Dentro de la eficiencia energética cabe la posibilidad de sustituir el césped tradicional que tiene un elevado consumo de agua por otro con características tanto visuales como hídricas diferentes. El césped de dichondra es uno que tiene una hoja distinta y es más bajito por lo que proporciona más frescura en el suelo y a la larga sale más rentable al consumir menos agua. La mejor opción es la mezcla de césped normal con trébol enano que tiene un consumo de 2.8 l/m² frente a los 7l/m² que tiene el césped normal. El efecto sombra de la hoja del trébol hace que permanezca el suelo a la temperatura óptima generando un consumo menor gracias al aprovechamiento de agua que se queda evaporada por tener esa figura geométrica.

Limpieza de filtros

Una de las acciones como primer paso para el ahorro energético en el transporte de fluidos es la limpieza de filtros.

Los sistemas de filtración de aire han evolucionado con el paso del tiempo para incluir medidas para proteger y mantener la calidad del aire de un edificio. La mayoría de los administradores de edificios y propietarios reconocen la relación entre la filtración de aire y la calidad del aire en el edificio, sin embargo la relación entre la filtración de aire y el uso de energía es la gran desconocida.

Desafortunadamente, muchos gerentes de edificios y mantenedores poco formados tienden a centrarse en el precio de los filtros y buscar maneras de reducir los gastos de explotación, degradando sus filtros reduciendo el periodo de limpieza o cambio.

En realidad, el filtro afecta en gran medida a los costos de operación del sistema, más que el costo del propio filtro. Dependiendo del tipo de filtro, los gastos de funcionamiento puede superar el costo de filtro por un factor de cinco a diez.

Cuando se trata de encontrar un equilibrio entre la calidad del aire y los gastos razonables de funcionamiento, es importante entender cómo funciona el sistema de filtración de aire y del impacto que en el uso de la energía tiene.

Un filtro se instala en el sistema de aire acondicionado y trabaja para eliminar el polvo, la suciedad y otras partículas del aire a medida que pasa a través de él. El filtro añade resistencia al sistema de aire, lo que requiere del ventilador que aumente la energía consumida para suministrar el volumen de aire apropiado. Por supuesto, la reducción de la resistencia del filtro de aire lleva a que el ventilador pueda disminuir los requerimientos de energía para el mismo volumen de aire.

Disminuir esta resistencia utilizando filtros con menor capacidad de filtrado se traduce en más partículas que quedan en el aire y la mala calidad del aire interior.

Los filtros deben ser sustituidos periódicamente. Con el tiempo, un filtro se vuelve más y más cargado con partículas de suciedad y el polvo, haciendo más difícil que el aire pase a través del filtro.



No sólo un filtro obstruido aumentar los costes de funcionamiento, también disminuye la calidad del aire que pasa a través del filtro. Los filtros sucios incrementan el consumo en los motores hasta un 45 % de la energía eléctrica consumida por el motor.

Los filtros de agua, al igual que los de aire, al aumentar las pérdidas de carga, aumentando el consumo de bombas. Es recomendable limpiar los filtros de agua cada 6 meses para evitar aumentos de pérdida de carga y una posible disminución de caudal. Con estas simples actuaciones se consigue un ahorro energético de un 25 %.



Regulación de la Combustión de una Caldera de Gas

Para una caldera que realiza sus funciones correctamente y que por lo tanto tiene una combustión perfecta, los subproductos que resultan aparte de los compuestos gaseosos de diversos elementos son el agua y el dióxido de carbono.

Por otra parte el humo es el resultado de una combustión incompleta y se compone de pequeñas partículas. Estas pequeñas partículas suelen ser alquitranes y otros resultan ser gases muy tóxicos y ácidos.

Además contiene partículas que pueden provocar cáncer y otras que, por ser muy pequeñas, son excesivamente dañinas para la salud. Algunas al ser respiradas pueden penetrar en los pulmones y provocar enfermedades irreversibles.

Los alquitranes aparecen en estado gaseoso por la combustión de la leña y en su camino hacia el exterior pasan por zonas frías condensándose en pequeñas gotas que hacen que se arrastre el hollín formando un líquido oscuro, pegajoso y de fuerte olor. Cuando llega a zonas más calientes la parte líquida se vuelve a evaporar dejando un residuo sólido que tiende a formar burbujas que crecen unas sobre otras y que en muy poco tiempo son capaces de taponar por completo el conducto, dándose altas oxidaciones y deterioros en el metal.

Cuando el humo comienza a circular por los conductos de la chimenea, una parte se queda pegada en sus paredes en forma de hollín, recubriéndolas y provocando varios problemas.

- El hollín frena la velocidad del humo
- Se estrecha el conducto de salida
- El hollín impide que se caliente el conducto

Por otro lado el hollín frío es más pegajoso que el caliente y en las partes superiores de los conductos el depósito es mayor. Ese atasco genera la posible entrada de humos en la vivienda provocando daños irreparables. Utilizar una boquilla más grande de la aconsejable genera pérdidas de rendimiento del 25 %.



4. PRESUPUESTO

Descripción

MAE's Electricidad	MAE 1.....	55307 € Inversión + Gastos
	MAE 2.....	4341 € Inversión+ Gastos
	MAE 3.....	57486 € Inversión+ Gastos
	MAE 4.....	7158 € Inversión+ Gastos
	MAE 5.....	9766.6 € Inversión + Gastos
	MAE 6.....	497 € Inversión + Gastos
	MAE 7.....	3485.25 € Inversión + Gastos
	MAE 8.....	96418.4 € Inversión + Gastos
	MAE 9.....	5940 € Inversión + Gastos
	MAE 10.....	195500 € Inversión + Gastos
	MAE 11.....	7040 € Inversión + Gastos

El importe correspondiente a las MAE's de Electricidad **Total = 442.939,25 €**

MAE's GAS Total.....**271.432,29 €**

MAE's AGUA Total.....**2.030,45 €**

MAE's MIXTAS Total..... **26.100 €**

Catálogo Genérico de MAE's

Total = 742.501,9 €

5. CONCLUSIONES

Creo que el Catálogo Genérico de MAE's forma parte de una medida de Ahorro Energética generalizada para todos los sectores donde se puede cuantificar y verificar el impacto que tiene cualquier MAE sobre el medio ambiente.

En este proyecto se ha desarrollado una herramienta de cálculo en Excel que permite estimar el ahorro anual generado por cualquier MAE a partir de sus características.

Dependiendo de la procedencia de la MAE los factores de Co2 pueden variar si se compara con el IDAE o por el contrario con la CE. El mix eléctrico varía cada año y la futura normativa elegirá el factor de conversión idóneo.

Al recibir la información por parte de la empresa algunos datos son de carácter confidencial. Con respecto a las conclusiones del catálogo genérico de MAE's se reflejan el siguiente enlace.

<https://prezi.com/ug7j9mtq2oyy/catalogo-generico-de/>



6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Steve, D.P.M. CEM. "Commercial Energy auditing reference handbook"
ISBN-10: 0-88173-648-1
- [2] Capehart, B.& Turner, WC & Kennedy, W.J "Guide to Energy Management"
International Version ISBN: 0-88173-563-9
- [3] Thumann, P.E & Younger, W.J & Niehus, T "Handbook of Energy Audits"
ISBN-10: 0-88173-621-X
- [4] Doty, S & Turner, WC "Energy Management Handbook- 7nd ed"
ISBN-10: 0-88173-609-0
- [5] Guía Técnica Instalación de Climatización con equipos autónomos
Depósito Legal: M-22209-2012 ISBN: 978-84-96680-61-6
- [6] Guía Técnica Ahorro y Recuperación de Energía en Instalaciones de Climatización
Depósito Legal: M-22206-2012 ISBN: 978-84-96680-11
- [7] Guía Técnica Contabilización de Consumos
Depósito Legal: M-8043 ISBN: 978-84-96680-11
- [8] MOLINA L.A, Manual de Eficiencia Energética Térmica en la Industria
CADEM (Grupo EVE), Bilbao ISBN: 84-8129-022-X
- [9] Ingeniería y servicios de Eficiencia Energética ENERTIKA
C/ Llacuna nº 162 08018 Barcelona
- [10] I + D ENERGIAS SL Catálogo ENERLUM POWER ENERGETIC
- [11] IMDEA Water Institute
- [12] Guía sobre la Hidroeficiencia Energética "Madrid Ahorra con Energía"
- [13] Schneider Electric España, S.A "Interruptores Crepusculares"
- [14] 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)
- [15] RIOS Natureenergy "Renovables Group"
- [16] BAXIROCA Energía Solar Térmica